

JÔNIO PIZZOL CALIMAN

FLORÍSTICA E DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL DE ESPÉCIES
ARBÓREAS DA MATA ATLÂNTICA, NO SUDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

Caliman, Jônio Pizzol, 1986-

C159f Florística e distribuição vertical e horizontal de espécies
2015 arbóreas da Mata Atlântica, no Sudeste do Brasil / Jônio Pizzol
Caliman. – Viçosa, MG, 2015.
viii, 79f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Florestas - Mata Atlântica. 2. Biodiversidade.
3. Biogeografia Regeneração natural. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de
Pós-graduação em Ciência Florestal. II. Título.

CDD 22. ed. 634.9

JÔNIO PIZZOL CALIMAN

FLORÍSTICA E DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL DE ESPÉCIES
ARBÓREAS DA MATA ATLÂNTICA, NO SUDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Ciência Florestal, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 11 de fevereiro de 2015.

Prof.^a Maria das Graças Ferreira Reis
(Coorientadora)

Prof. Marco Antonio Monte

Prof. Geraldo Gonçalves dos Reis
(Orientador)

Com imensa gratidão e amor dedico este trabalho à minha avó Ardelina†, aos meus pais Anicecio e Lourdes; ao meu irmão Cícero; à minha noiva e amada companheira Julia.

“Os mais belos pensamentos nada são sem as obras”

Santa Teresinha do Menino Jesus

iii

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder o dom da vida e por tantas graças conseguidas durante o Mestrado;

À minha família, pais, irmão, avós, tios, primos, cunhados, sogro e sogra, pelo amor e apoio;

À minha amada noiva, Julia, por estar tão presente em minha vida, por todo o amor, carinho, compreensão e apoio dedicados à mim e por ser a pessoa maravilhosa que é;

Aos professores, em especial ao meu orientador Prof. Geraldo Gonçalves dos Reis e coorientadora Prof.^a Maria das Graças Ferreira Reis pelo auxílio durante todo o mestrado, amizade, apoio e confiança em mim;

À comunidade Pequena Via, que abriu as portas de um mundo novo para mim, aquelas por onde só o Amor passa e gera seus frutos. Aos amigos-família de comunidade;

À Santa Teresinha do Menino Jesus, que, com seu jeito simples, ensina a amar.

Aos companheiros do Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal (LEF), Felipe, Ronan, Rodolfo, Junio, Diogo, Emerson e Marcus Vinicius. Obrigado por me ajudarem com bastante entusiasmo e bom humor nas incansáveis coletas de dados;

À República Masmorra e seus churrascos memoráveis;

Aos amigos da República Pó de Café, Leônidas, Matheus, Mateus, Glauber e Daniel. Obrigado pelos bons momentos de jogatina vividos;

À todos os colegas do Departamento de Engenharia Florestal, com os quais aprendi muitas coisas nesses dois anos;

A FAPEMIG, à CAPES e, em especial, ao CNPq, pela bolsa de estudo;

Ao Sebastião, funcionário do Viveiro do Departamento de Engenharia Florestal, por sua grande ajuda em campo e ensinamentos.

RESUMO

RESUMO.....	1	€	vi
ABSTRACT.....			viii
INTRODUÇÃO GERAL.....			1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....			2
CAPÍTULO I			6
FLORÍSTICA E PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS, EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA.....			6
INTRODUÇÃO.....			7
MATERIAL E MÉTODOS.....			8
RESULTADOS.....			11
DISCUSSÃO.....			24
CONCLUSÕES.....			27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....			28
CAPÍTULO II			35
DIVERSIDADE DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM ESTRATOS VERTICAIS EM FRAGMENTO DA MATA ATLÂNTICA, NUM PERÍODO DE 20 ANOS.....			35
INTRODUÇÃO.....			36
MATERIAL E MÉTODOS.....			38
RESULTADOS.....			40
DISCUSSÃO.....			44
CONCLUSÕES.....			46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....			47
CAPÍTULO III			52
PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS E RELAÇÃO COM CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM FRAGMENTO DA MATA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL.....			52
INTRODUÇÃO.....			53
MATERIAL E MÉTODOS.....			55
RESULTADOS.....			58
DISCUSSÃO.....			67
CONCLUSÕES.....			70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....			71
CONCLUSÕES GERAIS E SUGESTÕES DE ESTUDOS.....			79

CALIMAN, Jônio Pizzol, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2015. **Florística e distribuição vertical e horizontal de espécies arbóreas da Mata Atlântica, no Sudeste do Brasil.** Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis. Coorientadora: Maria das Graças Ferreira Reis.

O presente trabalho visou analisar a florística, a diversidade, a dinâmica e os padrões de distribuição vertical e horizontal de espécies arbóreas, e sua relação com as condições ambientais, em fragmento da Mata Atlântica, no Sudeste do Brasil. O estudo foi conduzido em dez locais no fragmento florestal para contemplar características ambientais distintas. Os dados foram obtidos em estratos de altura, de modo a amostrar todos os indivíduos arbóreos, desde plântulas até as árvores dominantes. Para cada espécie, foram calculados a densidade, a frequência e o índice de regeneração natural por classe de tamanho de planta e total. O dendrograma de dissimilaridade foi obtido com base na lista de espécies para cada local estudado. A Análise de Correspondência Destendenciada (ACD) foi usada para avaliar a distribuição espacial das espécies endêmicas, raras e em risco de extinção. O índice de diversidade de Shannon (H') e o índice de diversidade Λ (Λ) foram obtidos para os anos de 1992 e 2012 e o teste t foi usado para comparar os valores desses índices nas diferentes épocas de medição. O teste de qui-quadrado para tabelas de contingência foi utilizado para comparar o número de espécies entre locais e estratos. Para identificar os padrões de agrupamento das espécies foi utilizada a Análise de Componentes Principais (ACP). Houve dissimilaridade florística entre os locais estudados. Cinco locais foram classificados como prioritários para a conservação e a preservação da biodiversidade local com base na presença de espécies endêmicas e em risco de extinção. A diversidade das espécies arbóreas aumentou entre 1992 e 2012 em sete locais e reduziu em apenas um local. Com base na ACP foram identificadas associações entre espécies, que permitiu identificar três grupos de locais, cada qual composto por indivíduos que se estabeleceram em condições ambientais semelhantes: Grupo 1 (locais 5 e 6) – floresta em estágio avançado de sucessão, com alta fertilidade (FASaf); Grupo 2 (locais 1, 2, 8 e 9) – floresta em estágio intermediário de sucessão, de média fertilidade (FISmf) e, Grupo 3 (locais 3, 4, 7 e 10) – floresta em estágio intermediário de sucessão, de baixa fertilidade (FISbf). As principais características que diferenciaram estes três ambientes (FASaf, FISmf e FISbf) foram a saturação por alumínio e o teor de magnésio. Essas características determinam a ocorrência e o estabelecimento das espécies, bem como a formação das associações de

1

espécies arbóreas no fragmento florestal. Os resultados deste trabalho podem subsidiar a tomada de decisões na elaboração de planos de manejo de florestas naturais ou no estabelecimento de pontos.

ABSTRACT

1

CALIMAN, Jônio Pizzol, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february of 2015. **Floristic and vertical and horizontal distribution of tree species in the Atlantic forest in southeastern Brazil.** Advisor: Geraldo Gonçalves dos Reis. Co-advisor: Maria das Graças Ferreira Reis.

This study aimed to analyze the floristic, diversity, dynamics and vertical and horizontal distribution patterns of tree species, and its relationship with environmental conditions, in an Atlantic Forest fragment, in southeastern Brazil. Ten locations were selected in the fragment, with different environmental characteristics for sampling saplings to dominant trees in six height strata. Density, frequency, natural regeneration index for each plant size class, and the total natural regeneration index were evaluated for each species. A dendrogram of dissimilarity was obtained based on the species sampled at each location studied. The Detrended Correspondence Analysis (DCA) was used for the analyses of the spatial distribution of endemic, rare and endangered species. The Shannon diversity index (H') and the diversity index A (A) were obtained for the years 1992 and 2012 and, the t test was applied to identify differences between the two measurement dates. The chi-square test for contingency tables was used to compare the number of species among locations and strata. To identify patterns of species grouping it was used the Principal Component Analysis (PCA). There was floristic dissimilarity between the ten locations. Five locations were classified for the conservation and preservation of the locations tree biodiversity, based on the presence of groups of endemic and endangered species. The diversity of tree species increased between 1992 and 2012 in seven locations and reduced in one location. The Shannon index did not differ among locations and strata, on both measurement dates. The PCA allowed the identification of tree species associations and grouping of locations. These groups were constituted by species established in locations with similar environmental conditions: Group 1 (locations 5 and 6) - forest at an advanced stage of succession, with high fertility (FASaf); Group 2 (locations 1, 2, 8 and 9) - forest at an intermediate stage of succession, with medium fertility (FISmf) and, Group 3 (Locations 3, 4, 7 and 10) - forest at an intermediate stage of succession, with low fertility (FISbf). The main features differentiating the three environments (FASaf, FISmf and FISbf) were the soil aluminum saturation, and magnesium content. These characteristics determine the occurrence and the establishment of the species, as well as the formation of associations of tree species in the forest fragment. The overall results allow to take decisions on the natural or planted forests management plans.

INTRODUÇÃO GERAL

1

A Mata Atlântica, considerada um *hotspot* mundial de biodiversidade (MYERS et al., 2000) teve sua cobertura original reduzida drasticamente e, atualmente, o seu desmatamento continua sendo um problema em muitos estados do Brasil (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2013). Os fragmentos remanescentes dessa floresta são, em sua maioria, constituídos de florestas secundárias, com tamanho reduzido, altamente degradados e, na maioria das vezes, situados em locais de topografia muito acidentada (BORÉM; RAMOS, 2002; PEREIRA et al., 2001). O estudo da composição florística dos fragmentos florestais remanescentes é muito importante para o conhecimento das espécies existentes nessas áreas, bem como para a determinação de suas características e exigências ambientais (VOLPATO, 1994; ASSUMPCÃO; NASCIMENTO, 2000; VAN DEN BERG; OLIVEIRA-FILHO, 2000; PEZZOPANE, 2001; FELFILI et al., 2002; MALLMANN; SCHMITT, 2014).

A distribuição espacial dessas espécies nos diferentes fragmentos florestais precisa ser melhor compreendida, frente às diversas características ambientais a que as espécies estão submetidas (FOX, 1977; CONDIT et al., 2000; PHILLIPS et al., 2003). As associações formadas por essas espécies podem identificar a preferência de um determinado grupo por um ambiente ou característica semelhante (FORCIER, 1975; DENSLOW, 1987; LAN et al., 2012).

A complexa estrutura das florestas de regiões tropicais torna importante o estudo de sua florística e organização espacial, para a compreensão dos fatores que condicionam o desenvolvimento e manutenção da vegetação (SANQUETTA, 1995). A similaridade entre os fragmentos florestais também deve ser analisada para se conhecer a área de ocorrência das espécies em escalas regionais (VALENTE et al., 2011; GONZAGA et al., 2013), principalmente das espécies importantes em relação a proteção e preservação, como é o caso das endêmicas, raras e em risco de extinção.

O entendimento do comportamento ecológico de cada espécie pode ser obtido por meio da interpretação conjunta de elementos da estrutura horizontal e vertical (SANQUETTA, 1995; CURTO et al., 2013). A estrutura vertical tem sido pouco explorada, sobretudo devido a sua complexidade analítica. Por meio da análise da estrutura florestal é possível entender o crescimento, a sobrevivência e a regeneração natural da floresta, além de gerar subsídios para iniciativas de preservação e conservação que visem o aumento da biodiversidade de florestas nativas (JARENKOW; WAECHEITER, 2001; SILVA et al., 2013).

A regeneração das espécies vegetais tropicais se dá pela chuva de sementes, pelo banco de sementes do solo, pelo banco de plântulas e pela emissão de brotos ou raízes de indivíduos já estabelecidos (GARWOOD, 1989). Regeneração natural, em um sentido dinâmico, representa o processo de renovação da cobertura vegetal de uma área, mas em um sentido estático, representa os indivíduos na fase jovem de uma espécie ou de um grupo de espécies vegetais (LIMA-FILHO et al., 2002; MARANGON et al., 2008). Deste modo, ao se estudar a vegetação por meio de classes de tamanho, considera-se que cada classe é considerada a regeneração natural da classe seguinte (CARVALHO, 1984). Para a maioria dos estudos fitossociológicos em floresta estacional semidecidual realizados no Brasil, consideram-se indivíduos regenerantes aqueles com até 5,0 cm de diâmetro a 1,3 m do solo.

As florestas podem ser formadas por diferentes agrupamentos de espécies, determinados a partir de requerimentos similares que configuram o ambiente, como fatores fisiográficos, propriedades do solo e microclima (DALANESI et al., 2004; CARVALHO et al., 2005), ou podem, ainda, ser formadas por dispersão aleatória, de forma que todas as espécies sejam ecologicamente equivalentes (HUBBELL, 2005).

O presente trabalho visou analisar a florística, a diversidade, a dinâmica e os padrões de distribuição vertical e horizontal de espécies arbóreas, desde plântulas até as árvores dominantes, e sua relação com as condições ambientais, em fragmento da Mata Atlântica, no Sudeste do Brasil. Espera-se que as informações geradas por este trabalho possam contribuir para definir estratégias mitigadoras dos efeitos antrópicos negativos sobre os remanescentes florestais, possibilitando a proteção e preservação de fragmentos e de espécies florestais, conservação e aumento da diversidade biológica. Através dessas informações pode-se promover a elaboração de planos de manejo florestal e de projetos visando a recuperação de áreas degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUMPÇÃO, J.; NASCIMENTO, M.T. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.14, n.3, p.301-315, 2000.

BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **CERNE**, v.8, n.2, p.042-059, 2002.

CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CURI, N.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M.A.L.; BOTEZELLI, L. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária

do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.2, p.329-345, 2005.

CARVALHO, J.O.P. Manejo de regeneração natural de espécies florestais. **EMBRAPA-CPATU**, 1984, 22 p., (Documentos, 34).

CONDIT, R.; ASHTON, P.S.; BAKER, P.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; GUNATILLEKE, S.; GUNATILLEKE, N.; HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B.; ITOH, A.; LAFRANKIE, J.V.; LEE, H.S.; LOSOS, E.; MANOKARAN, N.; SUKUMAR, R.; YAMAKURA, T. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. **Nature**, v.288, n.5470, p.1414-1418, 2000.

CURTO, R.D.A.; SILVA, G.F.; PEZZOPANE, J.E.M.; CHICHORRO, J.F.; MÔRA, R. Métodos de estratificação vertical em floresta estacional semidecidual. **Ciência Florestal**, v.23, n.4, p.643-654. 2013.

DALANESI, P.E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botânica Brasilica**, v.18, n.4, p.737-757, 2004.

DENSLOW, J.S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.18, p.431-451, 1987.

FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; SILVA JÚNIOR, M.C.; MARIMON, B.S.; DELITTI, W.B.C. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa – MT. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, n.1, p.103-112, 2002.

FORCIER, L.K. Reproductive strategies and the co-occurrence of climax tree species. **Nature**, v.189, n.4205, p.808-810, 1975.

FOX, J.F. Alternation and coexistence of tree species. **The American Naturalist**, v.111, n.977, p.69-89, 1977.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório Anual 2013**. São Paulo. 66p. 2013.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a Review. In: LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 49-210.

GONZAGA, A.P.D.; PINTO, J.R.R.; MACHADO, E.L.M.; FELFILI, J.M. Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco. **Rodriguésia**, v.64, n.1, p.11-19, 2013.

HUBBELL, S.P. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence, **Functional Ecology**, v.19, n.1, p.166-172, 2005.

JARENKOW, J.A.; WAECHTER, J.L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.3, p.263-272, 2001.

LAN, G.; GETZIN, S.; WIEGAND, T.; HU, Y.; XIE, G.; ZHU, R.; CAO, M. Spatial Distribution and Interspecific Associations of Tree Species in a Tropical Seasonal Rain Forest of China. **PLoS ONE**, v.7, n.11, p.1-9, 2012.

LIMA-FILHO, D.A.; REVILLA, J.; COELHO, L.S.; RAMOS, J.F.; SANTOS, J.L.; OLIVEIRA, J.G. Regeneração natural de três hectares de Floresta Ombrófila Densa de terra firme na região do Rio Urucu – AM, Brasil. **Acta Amazonica**, v.32, n.4, p.555-569, 2002.

MALLMANN, I.T.; SCHMITT, J.L. Riqueza e composição florística da comunidade de samambaias na mata ciliar do Rio Cadeia, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, v.24, n.1, p.97-109, 2014.

MARANGON, L.C.; SOARES, J.J.; FELICIANO, A.L.P.; LINS, C.F.; BRANDÃO, S. Regeneração natural em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.32, n.1, p.183-191, 2008.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858. 2000.

PEREIRA, R.A.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; BRITES, R.S. Caracterização da paisagem, com ênfase em fragmentos florestais, do Município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.3, p.1-10, 2001.

PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional semidecidual secundária, em Viçosa, MG**. Viçosa, MG: UFV. 2001. 255p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

PHILLIPS, O.L.; VARGAS, P.N.; MONTEAGUDO, A.L.; CRUZ, A.P.; ZANS, M.E.C.; SÁNCHEZ, W.G.; YLI-HALLA, M.; ROSE, S. Habitat association among Amazonian tree species: a landscape-scale approach. **Journal of Ecology**, v.91, p.757-775, 2003.

SANQUETTA, C.R. Análise da estrutura vertical de florestas através do Diagrama h-M. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.5, n.1, p.55-68, 1995.

SILVA, A.C.; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; GRUDTNER, A.; ZECH, D.F. Caracterização fitossociológica e fitogeográfica de um trecho de floresta ciliar em Alfredo Wagner, SC, como subsídio para restauração ecológica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.23, n.4, p.579-593, 2013.

VALENTE, A.S.M.; GARCIA, P.O.; SALIMENA, F.R.G.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto – MG. **Rodriguésia**, v.62, n.2, p.321-340, 2011.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.3, p.231-253, 2000.

VOLPATO, M.M.L. Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica. Viçosa, MG: UFV, 1994. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

CAPÍTULO I

FLORÍSTICA E PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS, EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA

RESUMO – O objetivo deste estudo foi descrever a composição e a densidade de espécies arbóreas e identificar padrões de distribuição espacial das espécies, com ênfase nas endêmicas, raras e em risco de extinção na Mata Atlântica. Os indivíduos foram amostrados em parcela permanente em 10 locais de um fragmento com características ambientais distintas, em Floresta Estacional Semidecidual Montana, em Viçosa, Minas Gerais. Foram utilizados quatro níveis de inclusão de amostragem: (I) $0,1 \text{ m} \leq h < 1,0 \text{ m}$; (II) $1,0 \text{ m} \leq h \leq 3,0 \text{ m}$; (III) $h > 3,0 \text{ m}$ e $dap < 5,0 \text{ cm}$; e (IV) $dap \geq 5,0 \text{ cm}$. Com base na lista de espécies arbóreas, por local, foi elaborada a matriz de densidade para obter o dendrograma de dissimilaridade entre os locais. A Análise de Correspondência Destendenciada (ACD) foi utilizada para verificar a distribuição das espécies endêmicas, raras e em risco de extinção, no fragmento. Foram amostradas 226 espécies, distribuídas em 128 gêneros e 51 famílias, sendo sete espécies endêmicas (*Aspidosperma olivaceum*, *Astrocaryum aculeatissimum*, *Jacaranda puberula*, *Piptocarpha macropoda*, *Schefflera morototoni*, *Xylopia brasiliensis*, e *Guatteria australis*), cinco espécies em risco de extinção (*Dalbergia nigra*, *Euterpe edulis*, *Melanoxylon brauna*, *Ocotea odorifera* e *Phyllostemonodaphne geminiflora*), uma espécie endêmica que está em risco de extinção (*Trattinnickia feruginea*) e 13 espécies raras. Foi observada dissimilaridade florística entre os locais. A riqueza de espécies variou de 90 a 103, em quatro locais, e de 53 a 79 nos demais locais. Cinco locais foram classificados como prioritários para a conservação e a preservação da vegetação local, pela presença de grupos de espécies endêmicas, raras e em risco de extinção e, outros três locais foram incluídos, apenas com base na presença de espécies raras do fragmento. A ACD foi eficiente para identificação de áreas prioritárias para a conservação e preservação de espécies arbóreas endêmicas, raras e em risco de extinção.

Palavras chave: composição florística, espécies endêmicas, espécies em risco de extinção, espécies raras.

FLORISTIC AND HORIZONTAL DISTRIBUTION PATTERNS OF TREE SPECIES
IN AN ATLANTIC FOREST FRAGMENT

ABSTRACT – The objective of this study was to describe the composition and density of tree species and to identify the species distribution patterns, with emphasis on species that are endemic, rare and, endangered, in the Atlantic Forest. The individuals were sampled in permanent plot allocated at ten locations with different environmental characteristics in a fragment of mountain seasonal semideciduous forest. It was used four levels of sampling inclusion: (i) $0.1 \text{ m} \leq h < 1.0 \text{ m}$; (II) $1.0 \text{ m} \leq h \leq 3.0 \text{ m}$; (III) $h > 3.0 \text{ m}$ and $\text{dbh} < 5.0 \text{ cm}$; and (IV) $\text{dbh} \geq 5.0 \text{ cm}$. Based on the floristic of each location, a density matrix was prepared to obtain a dendrogram of dissimilarity. The Detrended Correspondence Analysis (DCA) was used to investigate the distribution of endemic, rare and, endangered species in the fragment. A total of 226 species belonging to 128 genera and 51 families were sampled, being seven endemic species, five species at risk of extinction, one endemic species that is at risk of extinction and, 13 rare species. There was floristic dissimilarity between the ten locations. Species richness ranged from 90 to 103 in four locations, and from 53 to 79 in six locations. Five locations were classified as priorities for the conservation and preservation of local vegetation, due to the presence of groups of endemic, rare and endangered species. Three sites were included as important for protection, based on the presence of rare species. The DCA was effective for identifying priority areas for conservation and preservation of endemic, rare and endangered tree species.

Keywords: floristic composition, endemic species, endangered species, rare species.

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica, com 2,7% de espécies de plantas de todo o mundo, é um bioma de elevada biodiversidade e um dos mais ameaçados do planeta, apresentando elevado número de espécies endêmicas, o que faz com que seja considerado um *hotspot* de biodiversidade mundial (MYERS et al., 2000).

A Zona da Mata de Minas Gerais possui área total de 36.058 km² e está inserida no domínio da Mata Atlântica. Atualmente, as florestas nesta região se encontram muito fragmentadas em consequência da exploração de madeira, bem como pelas mudanças de usos da terra, principalmente para formação de pastagens e implantação de culturas

agrícolas anuais e perenes (PEREIRA et al., 2001). Na área de domínio da Mata Atlântica no Município de Viçosa, Minas Gerais, 57,2% dos fragmentos de floresta em estágio mais avançado de sucessão apresentam área inferior a 5 ha e apenas 8,5 % são maiores do que 40 ha (PEREIRA, 1999). Em Ponte Nova, Minas Gerais, também em área de domínio da Mata Atlântica, estes valores foram de 21,9% e 5,4%, respectivamente (ALBANEZ, 2000). O reduzido tamanho aliado à predominância de forma alongada desses fragmentos florestais e a distância entre os mesmos influencia a sua composição florística (ALMEIDA JUNIOR, 1999) e pode aumentar o risco de extinção de espécies além de dificultar o fluxo gênico (SEOANE et al., 2000).

Estudos sobre a florística e a distribuição das espécies presentes nos remanescentes florestais geram informações importantes para tomada de decisões sobre as práticas de manejo florestal e conservação dos fragmentos (NASCIMENTO et al., 2001). Análises do grau de raridade e endemismo das espécies nesses locais devem ser uma preocupação nos estudos sobre as floras regionais e são critérios determinantes para definir as áreas prioritárias para conservação (KRUCKEBERG; RABNOWITZ, 1985; GENTRY, 1986; ROMERO, 1999; MYERS et al., 2000). Neste contexto, a análise de correspondência destendenciada pode ser usada como ferramenta para o estudo da distribuição espacial das espécies, não apenas considerando cada indivíduo isoladamente na floresta, mas verificando a existência de padrões de agrupamento entre espécies (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). Além disso, a partir dessa análise é possível identificar áreas com elevada ou escassa ocorrência de determinadas espécies e áreas prioritárias para manejo florestal e conservação.

O objetivo deste estudo foi analisar a composição de espécies arbóreas em diferentes locais com características distintas, e identificar padrões de distribuição espacial das espécies em função dessas características, com ênfase nas espécies endêmicas, raras e em risco de extinção, em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, na área de domínio da Mata Atlântica.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana na área de domínio da Mata Atlântica, com 194 ha, localizado na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Mata do Paraíso da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais (20°48'00" latitude Sul e 42°51'30" longitude Oeste; altitude de

782 m) e constitui parte de uma área maior com 384 ha, uma vez que o fragmento se estende em propriedades privadas da vizinhança (PEREIRA, 1999).

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, subtropical úmido, com invernos secos e verões quentes. A temperatura média anual é de 19,49°C e a precipitação pluviométrica média anual de 1.361 mm (ALVARES et al., 2013). O fragmento florestal está inserido na sub-bacia do Rio Turvo Sujo, que possui área total de 406,44 km², pertencente à bacia hidrográfica do Rio Doce. Esta área se localiza entre os planaltos do Alto Rio Grande e do Caparaó, constituindo-se em uma sucessão de planaltos rebaixados, com superfície irregular e coincidência dos topos das elevações. Os solos da região são constituídos, predominantemente, de Latossolo Vermelho-Amarelo, no topo e nas encostas das elevações e Podzólicos Vermelho-Amarelo Câmbico, nos terraços (REZENDE, 1971; CORRÊA, 1984) e ambos são, geralmente, de baixa fertilidade.

A amostragem para a realização da composição florística do componente arbóreo foi obtida no ano de 2012 em 10 locais com características ambientais distintas (Tabela 1).

Tabela 1. Exposição, posição topográfica, declividade, índice de área foliar (IAF) e transmitância da radiação fotossinteticamente ativa (t) em dez locais analisados em fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica

Atributos	Locais									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Exposição	NE	NE	NE	NE	-	SO	SO	SO	SO	SO
Posição Topográfica	TS	ME	TI	ME	B	TI	ME	ME	TI	TS
Declividade (%)	40,00	21,00	43,00	80,00	3,00	51,00	45,00	20,00	14,00	45,00
IAF	3,38	3,82	4,25	3,67	4,10	3,70	3,87	4,24	4,01	3,89
t (%)	6,08	5,68	4,77	14,16	2,56	2,08	1,90	7,09	7,72	6,05

NE = exposição noroeste; SO = exposição sudoeste; B = baixada; TI = terço inferior; M = meia encosta; TS = terço superior.

Em cada local foram alocadas seis parcelas de 10 x 20 m. Em cada uma das seis parcelas, na posição central, foram alocadas três sub-parcelas de 0,5 x 10 m, 0,5 x 20 m e 1 x 20 m. Os indivíduos foram amostrados de acordo com quatro níveis de inclusão (Tabela 2).

Os indivíduos amostrados foram identificados em níveis de família, gênero e espécie. Quando necessário, o material botânico foi coletado e enviado para especialistas com a finalidade de auxiliar a identificação botânica. Esta identificação seguiu o Sistema Angiosperm Phylogeny Group (APG III, 2009).

Tabela 2. Níveis de inclusão utilizados na amostragem da composição florística do componente arbóreo em fragmento florestal de Mata Atlântica

Nível de inclusão	Critério de inclusão	Área da parcela (m ²)	Dimensão da parcela
I	$0,1 \text{ m} \leq h < 1,0 \text{ m}$	5	0,5 x 10 m
II	$1,0 \text{ m} \leq h \leq 3,0 \text{ m}$	10	0,5 x 20 m
III	$h > 3,0 \text{ m e } dap < 5,0 \text{ cm}$	20	1 x 20 m
IV	$dap \geq 5,0 \text{ cm}$	200	10 x 20 m

h – altura total dos indivíduos; *dap* – Diâmetro à 1,30 m do solo.

Foi elaborada uma relação de espécies arbóreas amostradas e respectiva densidade absoluta (número de indivíduos por hectare), incluindo desde plântulas até árvores dominantes, para os dez locais do fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica. A densidade absoluta foi calculada conforme descrito em Volpato (1994):

$$D_{ij} = \frac{n_{ij}}{A} \quad \text{e} \quad DA_i = \sum_{j=1}^4 D_{ij}$$

Em que:

D_{ij} – densidade para a *i*-ésima espécie no *j*-ésimo nível de inclusão;

n_{ij} = número de indivíduos amostrados da *i*-ésima espécie no *j*-ésimo nível de inclusão;

A – área amostrada, em hectare;

DA_i = densidade absoluta para a *i*-ésima espécie;

i = 1, 2, ..., *p*-ésima espécie amostrada;

j = 1, 2, 3 e 4.

Com base no número de espécies amostradas e nas coordenadas cartográficas dos locais estudados foi elaborado um gráfico representando a riqueza de espécies nos diferentes locais, de acordo com o proposto por Borcard et al. (2011).

Para comparar a florística entre os locais estudados, um dendrograma de dissimilaridade foi construído com todas as espécies amostradas, utilizando o índice de dissimilaridade de Jaccard (JACCARD, 1908) e o método de agrupamento pela média do grupo (UPGMA).

As espécies endêmicas foram identificadas seguindo a Lista de Espécies da Flora do Brasil (REFLORA, 2014), e as espécies em risco de extinção de acordo com a lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008). Foram

consideradas raras as espécies com apenas um indivíduo amostrado em todo o levantamento (BLACK et al., 1950; POLISEL et al., 2014).

A distribuição das espécies endêmicas, em risco de extinção e raras foi analisada por meio da Análise de Correspondência Destendenciada (ACD). Esta análise forma grupos (eixos) de espécies altamente intercorrelacionadas nos quais a importância da espécie em cada eixo é definida por suas cargas fatoriais. Com base nas cargas individuais, bem como no grau de correlação entre as espécies endêmicas, em risco de extinção e raras, gerados na ACD, foram definidas áreas prioritárias para a proteção e conservação do fragmento. Para esta análise, foi utilizada a matriz de densidade das espécies, onde cada local foi considerado como amostra (linhas), com a densidade das espécies listadas (colunas). Todas as análises foram feitas no programa *R* versão 3.1.1 (R CORE TEAM, 2014).

RESULTADOS

Ao todo, foram amostrados 5.601 indivíduos, divididos em 51 famílias, 128 gêneros e 226 espécies. Foram amostradas 164 espécies com *dap* < 5,0 cm e 172 espécies com *dap* ≥ 5,0 cm, das quais 110 pertencem às duas categorias, 54 pertencem exclusivamente aos níveis de inclusão I, II e/ou III e, 62 ao nível de inclusão IV. Ainda, 20 espécies foram identificadas somente em nível de família e outras 28 espécies não foram identificadas. O número de indivíduos por hectare variou de 53.708 a 141.900, sendo que os maiores valores foram observados nos locais 2, 5 e 8 e os menores valores nos locais 4, 6 e 10 (Tabela 3). As famílias com maior riqueza florística foram Fabaceae (37 espécies), Rubiaceae (15 espécies), Lauraceae (15 espécies), Myrtaceae (14 espécies), Euphorbiaceae (11 espécies), Meliaceae (11 espécies), Annonaceae (10 espécies) e Salicaceae (9 espécies). Juntas, essas famílias contêm 54,0 % das espécies amostradas. Dezenove famílias apresentaram uma única espécie.

Os gêneros com maior riqueza florística (mais de quatro espécies) foram *Casearia*, *Myrcia*, *Nectandra*, *Psychotria*, *Inga*, *Miconia* e *Ocotea*, enquanto 84 gêneros apresentaram uma única espécie.

o todos os nTabelas

	8	9	10
	0	0	383
	8	0	0
	0	0	0
	0	0	0
	3342	833	83
	0	0	83
	0	167	0
	8	0	0
	167	0	33
	0	0	0
	50	58	667
	8	0	0
	025	1342	350
	0	0	0
	0	0	342
	0	0	1000
	0	333	0
	0	0	0
	0	0	0
	17	0	0
	0	0	0
	0	0	183
	58	8	25
	042	0	0
	333	1000	0
	0	0	0
	0	0	0
	333	117	0

0 0
0 0

Tabela 3, Cont.

58	0	1508	350	
	0	0	0	
	8	0	0	
	0	0	0	
	425	33	8	
	0	0	333	
	0	8	8	
	0	0	500	
	0	0	0	
	667	0	0	
	8	0	17	
7	0	167	25	
33	333	0	0	
	8			
	0			
	350	0	142	
	0	0	0	
	0			
7	0	0	8	
7	208	1092	1725	
	0	0	0	
2	0	0	167	
33	0	750	0	
0	33	0		
0	417	417	83	
	0	0	83	
	333	0	83	
3	25	0	42	
33	0	0	333	
3	0	0	0	

Tabela 3, Cont.

0	0	0	0	0
0	192	0	8	
0	0	0	0	
37	333	0	3067	
0	0	0	167	
0	0	0	0	
000	19500	25850	3000	
0	0	0	0	
67	667	833	0	
50	3167	1000	833	
33				
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	83	83	
0	0			
3	0	1008		
5	0	0	167	
0	0	0	0	
8	400	192	1192	
0	333	167	175	
67	0	0	92	
33	333	0	333	
0	0	0	17	
3	0	0	17	
0	0	0	0	
0	0	0	8	
0	0	0	0	
7	17	8	17	
0	342	0	0	
0	8	0	0	
000	0	0	417	

0 0 0 0

0 0 0

Tabela 3, Cont.

	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	83	8	25	333	0	0	1000	0	167	333
	<i>Matayba juglandifolia</i> (Cambess.) Radlk.	0	333	8	0	0	0	0	0	0	333
	<i>Matayba</i> sp.	83	0	0	0	0	0	0	83	0	0
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	0	0	0	0	525	233	833	0	0	0
	et ex Dunal	12242	8517	8833	7450	8	150	10850	32017	22058	7583
		0	0	0	0	0	0	8	0	8	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
Urticaceae	<i>Cecropia adenopus</i> Mart. ex Miq.	0	0	0	0	0	0	0	83	17	0
	<i>Cecropia glaziovii</i> Smetl.	17	0	0	0	0	0	0	0	8	0
	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrtanthum</i> Cham.	0	2500	333	0	0	0	0	0	0	0
Densidade total		74483	141900	83733	58375	102333	53708	80667	111533	80317	63317
Riqueza de espécies		53	71	76	74	79	96	103	91	68	9
Número de espécies endêmicas		2	3	1	2	0	0	2	4	2	3
Número de espécies em risco de extinção		1	0	3	3	2	1	5	3	2	1
Número de espécies endêmicas e em risco de extinção		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

*espécies com maior densidade; ~ espécies com menor densidade; ° espécies endêmicas da Mata Atlântica; * espécies em extinção.

Siparunaceae *Siparuna guianensis* Aubl.
Solanaceae *Solanum argenteum* Blanch
 Solanum cernuum Vell.
 Solanum sp.

o

0 0

Tab. 3, Cont. A riqueza florística variou entre os locais (Figura 1), e aqueles de maior riqueza (7, 8 e 10) não foram os mesmos locais de maior densidade de indivíduos (2, 8, 5 e 3), com exceção do local 8.

7689000

L10

gonoacantha, *Ocotea corymbosa* e *Casearia aculeata* estão presentes em nove locais. *Garcinia gardneriana*, *Maprounea guianensis*, *Apuleia leiocarpa*, *Bauhinia forficata*, *Sorocea bonplandi*, *Eugenia brasiliensis* e *Guapira opposita* ocorreram com elevada densidade em oito locais.

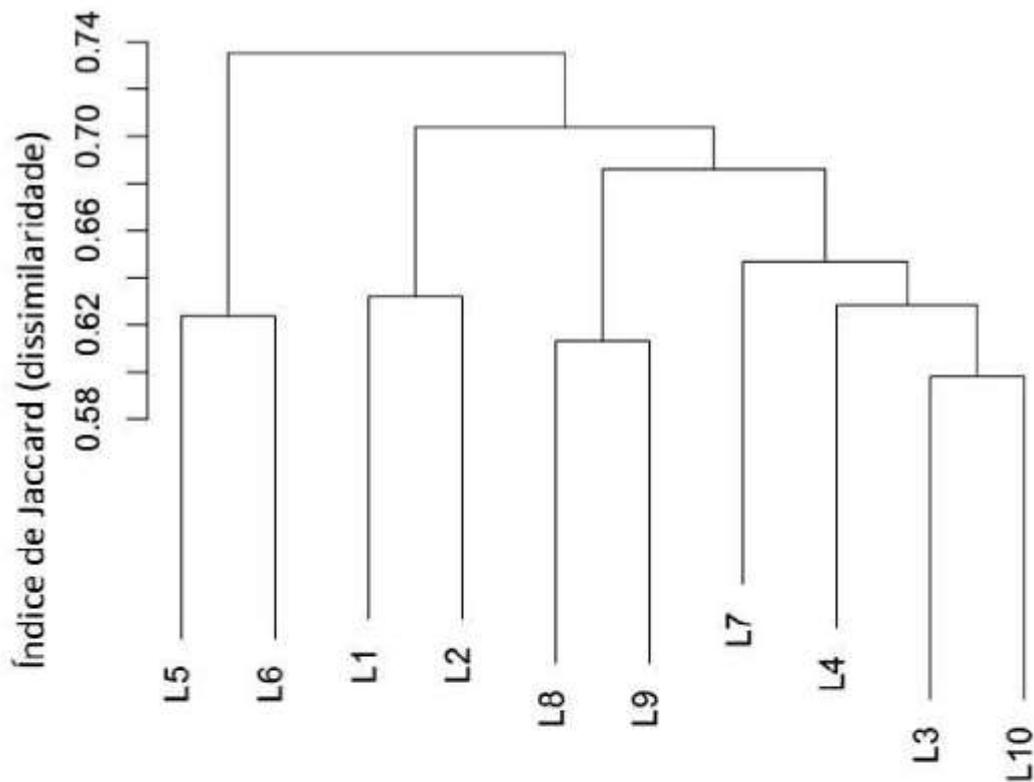


Figura 2. Dendrograma obtido pelo método da média de grupo (UPGMA), com base no índice de Jaccard (dissimilaridade), para a matriz de presença e ausência das espécies florestais, em dez locais (L1 ... L10) de um fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica.

Foram encontradas 39 espécies raras, das quais *Astronium fraxinifolium*, *Himatanthus phagedaenicus*, *Inga capitata*, *Sclerolobium denudatum*, *Hyptidendron asperrimum*, *Aniba firmula*, *Nectandra reticulata*, *Miconia latecrenata*, *Cedrela fissilis*, *Ficus insipida*, *Casearia ulmifolia*, *Picramnia glazioviana* e *Solanum cernuum* estão na classe dos indivíduos com $dap \geq 5,0$ cm, não apresentando indivíduos nos níveis I, II e III, e *Ocotea diospyrifolia*, *Guatteria australis*, *Tibouchina fothergillae*, *Lafoensia glyptocarpa*, *Vitex megapotamica*, *Inga cylindrica*, *Hymenaea aurea*, *Anadenanthera colubrina*, *Garcinia calyptata*, *Miconia candolleana*, *Stryphnodendron guianense*, *Melanoxylon brauna* e *Terminalia glabrescens* estão nos níveis I, II e III.

A análise de correspondência destendenciada (ACD) permitiu diferenciar eixos, segundo o grau de correlação entre as espécies. Cada espécie apresentou uma carga em

cada eixo retido. Cargas positivas representam associação direta com o eix e carga negativas, associação inversa. Foram extraídos quatro eixos a partir dos dados de densidade, que, em conjunto, foram responsáveis pela explicação de 99,61% da variância dos dados iniciais. O primeiro eixo retido foi capaz de explicar 30,70% da variância dos dados, o segundo explicou 25,80% da variância, o terceiro, 22,06% e o quarto eixo foi capaz de explicar 21,05% da variância (Figura 3).

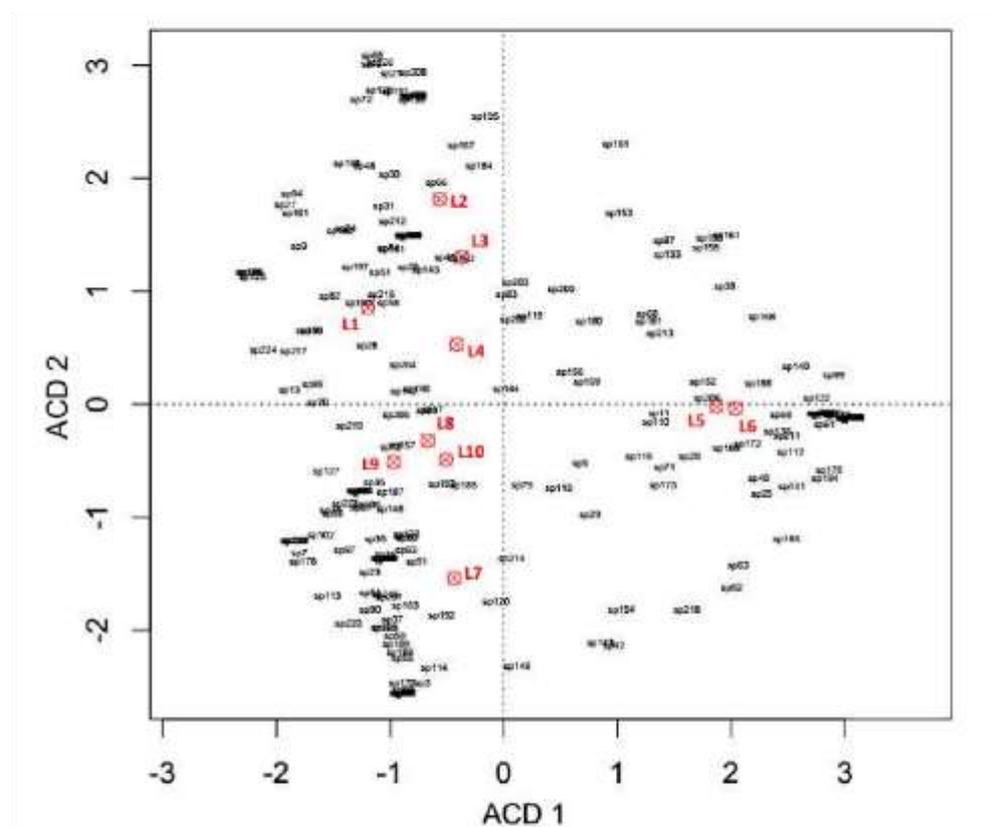


Figura 3. Análise de correspondência destendenciada (ACD), avaliando-se os padrões de associação das espécies em dez locais (L1 ... L10) de um fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica.

Com base nas cargas individuais e na correlação entre as espécies, gerados na ACD, foram definidas áreas prioritárias para a proteção e conservação de determinado grupo de espécies endêmicas, em risco de extinção e raras, sendo elas os locais 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 (Tabela 4). Dentre as áreas prioritárias, os locais 2, 5, 7, 8 e 10 concentram a maior parte das espécies endêmicas e em risco de extinção. Dentre as espécies endêmicas *Astrocaryum aculeatissimum* é a que apresenta maior densidade, porém ocorreu apenas no local 8. Em relação às espécies em risco de extinção, *Dalbergia nigra* e *Euterpe edulis* são as mais abundantes (Tabela 4).

Tabela 4. Relação de espécies endêmicas (E), em risco de extinção (RE) e raras (R), locais de ocorrência das espécies (LOE) e definição de locais prioritários para conservação (LPC) com base na Análise de Correspondência Destendenciada, em fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica

Espécies	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	E	RE	R	LOE	LPC
<i>A. olivaceum</i>	-1,04	-1,32	2,88	-1,48	SIM			10	10
<i>A. aculeatissimum</i>	-1,27		-2,43		SIM			8	8
<i>G. australis</i>	-1,05	-1,36	2,93	-1,51	SIM			10	10
<i>J. puberula</i>	-1,05	1,74	-1,23		SIM		1, 2, 3, 4, 7, 8 e 9		2
<i>P. macrophoda</i>	-1,91	1,76		-1,44	SIM			1 e 2	2
<i>S. muratotoai</i>	-1,18	-1,49			SIM			7, 8, 9 e 10	7
<i>X. brasiliensis</i>	-1,16	3,00			SIM			2 e 8	2
<i>T. ferruginea</i>	2,79		1,49	2,78	SIM	SIM		5	5
<i>D. nigra</i>	-1,52		-1,86	1,47		SIM		3, 4, 7, 8 e 9	8
<i>E. edulis</i>	2,27					SIM		1, 3, 5, 6, 7, 8 e 9	5
<i>M. brauna</i>		-2,56				SIM		7	7
<i>O. odorifera</i>				1,74		SIM		4, 5, 7, 8 e 10	5
<i>P. geminiflora</i>		-1,14		1,03		SIM		3, 4 e 7	7
<i>A. fraxinifolium</i>	-1,27		-2,43				SIM	8	8
<i>H. phagelaenicus</i>		2,72					SIM	3	3
<i>M. latocrenata</i>		-2,56					SIM	7	7
<i>S. cernuum</i>	-1,84	-1,21	-1,22	1,80			SIM	9	9
<i>L. capitata</i>		-2,56					SIM	7	7
<i>H. asperinum</i>	-1,26		-2,43				SIM	8	8
<i>C. fissilis</i>	-1,83	-1,20	-1,22	1,80			SIM	9	9
<i>N. reticulata</i>	1,49		-1,02	1,58			SIM	4	4
<i>C. umbifolia</i>	-1,04	-1,36	2,93	-1,51			SIM	10	10
<i>S. densatum</i>		2,72					SIM	3	3
<i>A. firmula</i>	2,79		1,49	2,78			SIM	5	5
<i>F. insipida</i>	2,79		1,49	2,78			SIM	5	5
<i>P. glazioviana</i>	2,79		1,49	2,78			SIM	5	5
<i>M. sellosii</i>	2,79			2,78			SIM	5	5
<i>G. macrophylla</i>	2,79			2,78			SIM	5	5
<i>O. diaspyrifolia</i>			2,93				SIM	10	10
<i>T. fothergillae</i>		2,72					SIM	3	3
<i>L. glyptocarpa</i>			2,93				SIM	10	10
<i>V. megopotamica</i>	-2,23						SIM	1	1
<i>L. cylindrica</i>	3,05						SIM	6	6
<i>H. aurea</i>				1,58			SIM	4	4
<i>A. colubrina</i>		3,08					SIM	2	2
<i>G. calyptata</i>		-2,56					SIM	7	7
<i>M. canolleana</i>				1,58			SIM	4	4
<i>S. guianense</i>			2,93				SIM	10	10
<i>T. glabrescens</i>	2,79						SIM	5	5

LOE = Locais de ocorrência das espécies; LPC = Locais prioritários para conservação.

DISCUSSÃO

O número total de espécies amostradas neste estudo (226) é superior ao de outros trabalhos em florestas estacionais semidecíduais, em virtude de englobar tanto os indivíduos desde o estágio de plântulas até as espécies do estrato superior. Em estudos incluindo apenas plantas com $dap < 5,0$ cm, em diferentes idades de avaliação, o número de espécies variou de 128 a 159 (PEZZOPANE, 2001; HIGUCHI, 2003; GARCIA et al., 2011) e, considerando apenas indivíduos com $dap \geq 5,0$ cm, variou de 91 a 161, na região de Viçosa, MG (SILVA et al., 2000; PAULA et al., 2002; RIBAS et al., 2003; SILVA et al., 2004; PINTO et al., 2013).

No presente estudo, foram amostradas 164 espécies nos níveis I, II e III, que constituem plantas com $dap < 5,0$ cm e, 172 espécies com $dap \geq 5,0$ cm (nível IV). O número de espécies ligeiramente maior neste último nível de inclusão pode ser explicado pela reduzida ação antrópica nos últimos 50 anos nos locais onde foi realizado o levantamento (FERNANDES, 1998) e, pelo aumento do número de espécies ao longo do processo de sucessão secundária em florestas tropicais (TABARELLI et al., 1994; TURNER et al., 1997; AIDAR et al., 2001; RODRIGUES et al., 2004; PINTO et al., 2013).

Existe grande variação em relação ao número de espécies amostradas em diferentes levantamentos, possivelmente devido aos níveis de inclusão e tamanho da amostragem, o que dificulta a comparação de resultados obtidos em diferentes trabalhos. Foram amostradas 52 espécies ($dap \geq 10,0$ cm) em parcelas de 50 x 50 m, no Estado do Pará, em floresta de várzea flúvio-marinha (ALMEIDA; JARDIM, 2011), 123 espécies ($dap \geq 10,0$ cm) em parcelas de 10 x 100 m, no Estado do Amapá, em floresta ombrófila densa (SILVA et al., 2014), 156 espécies ($h \geq 1,5$ m e $dap < 4,8$ cm; $dap \geq 4,8$ cm) em área de 1,0 ha, no Estado de São Paulo, em área de transição da floresta ombrófila densa das terras baixas para floresta ombrófila densa submontana (PRATA et al., 2011) e 53 espécies ($dap \geq 5,0$ cm) em parcelas de 10 x 10 m, no Estado do Rio de Janeiro, em floresta ombrófila densa alto-montana (MAGALHÃES; FREITAS, 2013). Este último estudo, embora tenha sido desenvolvido na Mata Atlântica, apresentou número de espécies muito reduzido, possivelmente pelo fato de terem sido estudados alguns fragmentos muito jovens (1, 5, 7, 15, 35 e 70 anos). Valores inferiores ao do presente estudo foram encontrados, possivelmente, em razão de se ter avaliado amostras pequenas, não permitindo cobrir diferentes condições do ambiente, conforme neste estudo. Em

regiões com relevo acidentado é importante que^e sejam alocadas maior número de par^{c 1} e as para melhor representação da vegetação.

Das 226 espécies amostradas no presente estudo, vinte podem ser consideradas generalistas e se adaptaram a locais com características fisiográficas distintas, como inclinação, exposição, radiação solar, características de solo, dentre outros. Destas, quatro espécies ocorreram nos dez locais estudados e apresentaram elevada densidade ao longo do fragmento: *Psychotria sessilis* var. *hancorniiifolia*, *Siparuna guianensis*, *Myrcia fallax* e *Anadenanthera peregrina*; duas espécies apareceram em nove locais, sendo estas *Piptadenia gonoacantha* (exceto no local 4) e *Machaerium nyctitans* (exceto no local 5); *Sorocea bonplandii* apareceu em oito locais e foi considerada generalista assim como em outros trabalhos na Mata Atlântica (DIAS et al., 1992; JARENKOW; WAECHTER, 2001; LORENZI, 2002; CARVALHO et al., 2000; SOUZA et al., 2003). Outras espécies que também ocorreram em oito locais e podem ser consideradas generalistas são *Prunus sellowii*, *Nectandra oppositifolia*, *Annona cacans*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Ocotea corymbosa*, *Casearia aculeata*, *Garcinia gardneriana*, *Maprounea guianensis*, *Apuleia leiocarpa*, *Bauhinia forficata*, *Eugenia brasiliensis* e *Guapira opposita*.

De forma semelhante a outros estudos (PEZZOPANE, 2001; SILVA et al., 2000; PAULA et al., 2002; HIGUCHI, 2003; RIBAS et al., 2003; SILVA et al., 2004; GARCIA et al., 2011; PINTO et al., 2013), foi verificada maior riqueza de indivíduos das famílias Fabaceae, Rubiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Meliaceae, Annonaceae e Salicaceae, bem como dos gêneros *Myrcia*, *Nectandra*, *Psychotria*, *Inga*, *Miconia* e *Ocotea*, na regeneração natural ou na vegetação arbórea adulta, em remanescentes de floresta estacional semidecidual. Destaca-se a família Fabaceae, que apresenta o maior número de espécies, sendo que cinco delas ocorrem com elevada densidade em oito ou mais locais. Esta família apresenta capacidade de fixação de nitrogênio, o que favorece o seu desenvolvimento nos solos das encostas e dos topos de morro, que em geral apresentam baixa fertilidade (CORRÊA, 1983).

Com base na similaridade florística dos locais, foram formados quatro grupos: locais 5 e 6; 1 e 2; 8 e 9, devido, possivelmente, à proximidade entre eles, suas características ambientais e histórico de perturbação, e os locais 3, 4, 7 e 10 que parecem não apresentar qualquer semelhança relacionada à localização geográfica, mas sim quanto às variáveis como declividade, que é superior a 43%, exposição nordeste ou sudoeste. Os locais 5 e 6 estão localizados em áreas em estágio de sucessão mais avançado, possivelmente em razão de situarem em área acima de uma nascente e apresentarem maior fertilidade e umidade do solo (PEZZOPANE, 2001; HIGUCHI, 2003; GARCIA, 2009).

Nove espécies (*Apuleia leiocarpa*, *Cariniana legalis*, *Cedrella fissilis*, *Dalbergia nigra*, *Euterpe edulis*, *Ocotea odorifera*, *Trattinnickia ferruginea*, *Zeyheria tuberculosa* e *Melanoxylon brauna*) se encontram no Livro vermelho da flora do Brasil (MARTINELLI e MORAES, 2013) que destaca as espécies que sofreram drástica redução de suas populações em todos os biomas brasileiros. *Dalbergia nigra*, *Euterpe edulis*, *Ocotea odorifera*, *Phyllostemonodaphne geminiflora*, *Trattinnickia ferruginea* e *Melanoxylon brauna* estão na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008).

Algumas espécies foram consideradas raras, uma vez que ocupam estreita amplitude geográfica, colonizam apenas um ou poucos habitats especializados ou são sempre encontradas em pequenas populações (PRIMACK, 1993). Neste estudo, as espécies que apareceram em apenas um local e tiveram somente um indivíduo amostrado foram: *Astronium fraxinifolium*, *Himatanthus phagedaenicus*, *Miconia latecrenata* e *Solanum cernuum*, que são do grupo das pioneiras; *Ficus insipida*, *Inga capitata*, *Hyptidendron asperrimum*, *Cedrela fissilis*, *Nectandra reticulata* e *Casearia ulmifolia*, que integram o grupo das secundárias iniciais, e *Picramnia glazioviana*, *Scerolobium denudatum* e *Aniba firmula*, que são espécies secundárias tardias. Nenhuma espécie rara apresentou indivíduos nos níveis de inclusão I, II e III ($dap < 5,0$ cm). De forma contrária, em estudo realizado por Batista Neto (2005) no mesmo fragmento, *S. cernuum* apareceu no banco de sementes nos locais 1, 2, 3, 6, 7 e 9, mostrando que apesar de ser uma espécie pouco abundante, sua dispersão está ocorrendo, porém, seu estabelecimento no ambiente está sendo comprometido. Isto pode estar associado às condições inadequadas para sua regeneração (HUBBEL; FOSTER, 1986).

Conforme consta na Lista de Espécies da Flora do Brasil (REFLORA, 2014), o fragmento florestal estudado possui espécies endêmicas da Mata Atlântica, como *Aspidosperma olivaceum*, *Astrocaryum aculeatissimum*, *Jacaranda puberula*, *Piptocarpha macropoda*, *Schefflera morototoni*, *Trattinnickia ferruginea*, *Xylopia brasiliensis* e *Guatteria australis*. O endemismo e a raridade das espécies locais podem ser usados como critério para indicar áreas prioritárias para conservação de floras regionais (KRUCKEBERG; RABNOWITZ, 1985; GENTRY, 1986). O Ministério do Meio Ambiente identificou 147 áreas prioritárias para a conservação da diversidade de plantas na Mata Atlântica e Campos Sulinos, baseando-se na presença de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção e no estado de conservação dos fragmentos nos respectivos biomas (BRASIL, 2000). Neste documento, regiões próximas ao município de Viçosa, como Ouro Preto e Serra do Brigadeiro foram consideradas

prioritárias. Os resultados encontrados neste estudo, no que diz respeito à presença de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção, podem ser considerados subsídios para a inclusão da região de Viçosa como mais uma área prioritária para conservação da diversidade de plantas da Mata Atlântica.

Com base nos resultados da ACD é possível afirmar que as espécies endêmicas, em risco de extinção e raras estão distribuídas em praticamente todos os locais estudados. Porém, para direcionar estratégias de proteção e preservação, o Ministério do Meio Ambiente recomenda que sejam definidas áreas prioritárias (BRASIL, 2000). No presente trabalho, as áreas prioritárias foram definidas como os locais onde havia maior número de espécies endêmicas, em risco de extinção e raras associadas. Em estudos realizados no México e na Guiana, o critério para definição das áreas prioritárias foi a riqueza de espécies (BOJÓRQUEZ-TAPIA et al., 1995; FUNK et al., 1999). Em estudo realizado nos Estados Unidos, entretanto, o critério utilizado foi baseado no uso e cobertura do solo, priorizando os rios que deveriam ter suas margens restauradas com vegetação ripária (IVERSON et al., 2001). Alguns autores utilizam mais de um critério para identificação de áreas prioritárias, como mapas topográficos e de uso e cobertura do solo (RUSSEL et al., 1997) ou características geomorfológicas, hidrológicas e da vegetação (O'NEILL et al., 1997).

CONCLUSÕES

A riqueza florística foi elevada no fragmento florestal estudado e variou entre os dez locais, indicando que, principalmente, em regiões com relevo acidentado há necessidade de avaliações da florística em sítios específicos para identificar as exigências ambientais das espécies.

A análise de dissimilaridade florística indicou a formação de grupos de locais com espécies em comum, principalmente, em razão de compartilharem das mesmas exigências ambientais.

A análise da florística da vegetação arbórea em todos os estádios de desenvolvimento, em locais com características ambientais diferenciadas, permitiu identificar que existem espécies endêmicas, raras e em risco de extinção no fragmento florestal estudado.

A ACD permitiu a identificação de áreas prioritárias no fragmento florestal estudado para a conservação e preservação de cada uma das espécies consideradas raras, endêmicas e em risco de extinção da Mata Atlântica. Havendo interesse na preservação apenas das espécies endêmicas e em risco de extinção, cinco locais deveriam ser preservados. Com a inclusão de espécies raras, haveria necessidade de preservar o fragmento como um todo, uma vez que apenas dois locais não foram identificados como prioritários para esta finalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, M.P.M.; GODOY, J.R.L.; BERGMANN, J.; JOLY, C.A. Atlantic Forest succession over calcareous soil, Parque Estadual Turístico do Alto da Ribeira – PETAR, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n° 4, p. 455-469, 2001.

ALBANEZ, A.C.M.P. **Caracterização dos fragmentos florestais a partir de estudos de ecologia da paisagem para o município de Ponte Nova, Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 165p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

ALMEIDA, A.F.; JARDIM, M.A.G. Florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de várzea na Ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil. **Scientia Forestalis**, v.39, n.90, p.191-198, 2011.

ALMEIDA JUNIOR, J.S. **Florística e fitossociologia de fragmentos da floresta estacional semidecidual, Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 148p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v.161, n.2, p.105-121, 2009.

BARREIRA, S.; SCOLFORO, J.R.S.; BOTELHO, S.A.; MELLO, J.M. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado sensu stricto para fins de manejo florestal. **Scientia Forestalis**, v.64-78, n.61, 2002.

BATISTA NETO, J.P. **Banco de sementes do solo de uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 2005, 91p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.

BLACK, G.A.; DOBZHANSKY, T.H.; PAVAN, C. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in amazonian forests. **Botanical Gazette**, v.111, n.4, p.413-425, 1950.

BOJÓRQUEZ-TAPIA, L.A.; AZUARA, I.; EZCURRA, E.; FLORES-VILLELA, O. Identifying conservation priorities in Mexico through geographic information systems and modelling ecological applications. **Ecological Applications**, v.5, n.1, p.215-231, 1995.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R, Use R**. New York: Springer, 2011.

BRAGA, A.J.T.; BORGES, E.E.L.L.; MARTINS, S.V. Florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional semidecidual secundária em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 493-503, 2011.

BRASIL. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG. Brasília: MMA/SBF, 2000. 40p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/Sumario%20Mata%20Atlantica.pdf>. Acesso em: 18/05/2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, v. 145, n. 185, 24 set. 2008. Seção 1, p. 75-83.

CAIAFA, A.N.; MARTINS, F.R. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rainforest. **Biodiversity Conservation**, v.19, n.9, p.2597-2618, 2010.

CARVALHO, L.M.T.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Tree species distribution in canopy gaps and mature forest in an area of cloud forest of the Ibitipoca Range, south-eastern Brazil. **Plant Ecology**, Amsterdam, v.149, p.9-22, 2000.

CONNEL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist**, v.111, n.982, p.1119-1144, 1977.

CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa**. Viçosa, MG: UFV, 1984. 187p. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.

DEWDNEY, A.K. A dynamical model of abundances in natural communities. **Coenoses**, v.12, p.67–76, 1997.

DIAS, L.L.; VASCONCELLOS, J.M.O.; SILVA, C.P.; SOBRAL, M.; BENEDETI, M.H.B. Levantamento florístico de uma área de mata subtropical no Parque Estadual do Turvo, Tenente Portela, RS. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, parte 2, p.339-46, 1992.

EISENLOHR, P.V.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Tree species composition in areas of Atlantic Forest in southeastern Brazil is consistent with a new system for classifying the vegetation of South America. **Acta Botanica Brasilica**, v.28, n.2, p.227-233, 2014.

ESPÍRITO-SANTO, F.D.B.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; MACHADO, E.L.M.; SOUZA, J.S.; FONTES, M.A.L.; MARQUES, J.J.G.S.M. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana no

campus da Universidade Federal de Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.16, n.3, p.331-356, 2002.

FERNANDES, H.A.C. **Dinâmica e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica**. Viçosa, MG: UFV, 1998. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório Anual 2013**. São Paulo. 66p. 2013.

FUNK, V.A.; ZEMOGLIO, M.F.; NASIR, N. Testing the use of specimen collection data and GIS in biodiversity exploration and conservation decision making in Guyana. **Biodiversity and Conservation**, v.8, p.25, n.6, 1999.

GARCIA, C.C. **Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento florestal da zona da mata mineira**. Viçosa, MG: UFV, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.

GARCIA, C.C.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; PEZZOPANE, J.E.M.; LOPES, H.N.S.; RAMOS, D.C. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta estacional semidecidual montana, no domínio da Mata Atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, v.21, n.4, p.677-688, 2011.

GENTRY, A.H. **Endemism in tropical versus temperate plant communities**. In Conservation biology - the Science of scarcity and diversity (M. Soulé, ed.). Sinauer Assoc. Inc., Sunderland, p.153-181, 1986.

HIGUCHI, P. **Dinâmica da regeneração natural da vegetação arbórea em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana secundária, em Viçosa, MG**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. Commonness and rarity in a Neotropical forest: implications for tropical tree conservation. In: SOULE, M.E. (Ed.) **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sinauer, Sunderland. p.205-231. 1986.

HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B.; O'BRIEN, S.T.; HARMS, K.E.; CONDIT, R.; WECHSLER, B.; WRIGHT, S.J.; LOO DE LAO, S. Light gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a neotropical forest. **Science**, v.283, p.554–557, 1999.

HURTT, G.C.; PACALA, S.W. The consequences of recruitment limitation: reconciling chance, history and competitive differences between plants. **Journal of Theoretical Biology**, v.176, p.1–12, 1995.

JACCARD, P. Nouvelles recherches sur la distribution florale. **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**, v.44, p.223-270, 1908.

JARENKOW, J.A.; WAECHTER J.L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, p.263-272, 2001.

KRUCKEBERG, A.R.; RABNOWITZ, D. Biological aspects of endemism in higher plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.16, p.447-479, 1985.

REFLORA. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 27 Abr. 2014.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2ª edição. Elsevier, Amsterdã, 1998. 306p.

LONGHI, S.J. **Agrupamento e análise fitossociológica em comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Passo Fundo – RS**. 1997. 198p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1997.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odesa: Instituto Plantarum, 2002, v.1 e v.2.

MAGALHÃES, L.M.S.; FREITAS, W.K. Composição florística e similaridade de fragmentos florestais com diferentes idades, na região serrana do Rio de Janeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.3, p.212-220, 2013.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. (Orgs.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. 1. ed. - Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100p.

MARTINS, S.V.; SILVA, N.R.S.; SOUZA, A.L.; MEIRA NETO, J.A.A. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, n.64, p.172-181, 2003.

MUELLER DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods in vegetation ecology**. New York: Wiley & Sons, 1974.

MYERS, N. Two key challenges for biodiversity: discontinuities and synergisms. **Biodiversity Conservation**. v.5, p.1025-1034, 1996.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858. 2000.

NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2001.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; ALMEIDA, R. J.; MELLO, J.M.; GAVILANES, M.L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 67-85, 1994.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BUDKE, J.C.; JARENKOW, J.A.; EISENLOHR, P.V.; NEVES, D.R.M. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. **Journal of Plant Ecology**, v.2. p.1-23, 2013.

O'NEILL, M.P.; SCHMIDT, J.C.; DOBROWOLSKI, J.P.; HAWKINS, C.P.; NEALE, C.M.U. Identifying sites for riparian wetland restoration: application of a model to the Upper Arkansas River Basin. **Restoration Ecology**, v.5, n.4, p.85-102, 1997.

PAULA, A.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L.; SANTOS, F.A.M. Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, n.6, p.743-749, 2002.

PEQUE, D.; HÖLSCHER, D. The abundance of rare tree species in remnant forests across the Visayas, Philippines. **Biodiversity Conservation**, v.23, p.2183-2200, 2014.

PEREIRA, R.A. **Mapeamento e caracterização de fragmentos de vegetação arbórea e alocação de áreas preferenciais para sua interligação no Município de Viçosa, MG**. Viçosa, MG: 1999. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

PEREIRA, R.A.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; BRITES, R.S. Caracterização da paisagem, com ênfase em fragmentos florestais, do Município de Viçosa, Minas gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.3, p.1-10, 2001.

PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional semidecidual secundária, em Viçosa, MG**. Viçosa, MG: UFV. 2001. 255p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

PIMM, S.L.; RUSSELL, G.J.; GITTLEMAN, J.L.; BROOKS, T.M. The future of biodiversity. **Science**, v.269, p.347-350, 1995.

PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; MORETTI, B.S. Composição florística do componente arbustivo-arbóreo em dois trechos de floresta estacional semidecidual na Mata do Paraíso, Viçosa, MG. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, MG, v.5, n.2, caderno I, p.11-24, 2013.

POLISEL, R.T.; IVANAUSKAS, N.M.; ASSIS, M.C.; SHEPHERD, G.J.; YAMAMOTO, K. Structure of the understory community in four stretches of Araucaria forest in the state of São Paulo, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.28, n.1, p.86-101, 2014.

PRATA, E.M.B.; ASSIS, M.A.; JOLY, C.A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea na transição da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas – Floresta Ombrófila Densa Submontana do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v.11, n.2, p.285-299, 2011.

PRIMACK, R.B. **Essentials of conservation biology**. Massachusetts, Sinaucr. 1993. 564pp.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <<http://www.R-project.org/>>. 2014.

RAYOL, B.B.; ALVINO-RAYOL, F.O.; SILVA, M.F.F. Similaridade florística entre o estrato arbóreo e a regeneração natural de uma floresta secundária, no município de

Bragança, nordeste do estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.3, p.107-114, 2011.

REZENDE, S.B. **Estudo de crono-sequência em Viçosa – Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1971. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1971.

RIBAS, R. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 821-830, 2003.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; BARROS, L. C. Tropical rain Forest regeneration in an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.190, p.323-333, 2004.

ROMERO, R.; NAKAJIMA, J.N. Espécies endêmicas do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2(suplemento), p. 259-265, 1999.

RUSSEL, G.D.; HAWKINS, C.P.; O'NEILL, M.P. The role of GIS in selecting sites for riparian restoration on hydrology and land use. **Restoration Ecology**, v.5, n.4, p.56-68, 1997.

SEOANE, C.E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN, A.M. Efeitos da fragmentação florestal na estrutura genética de populações de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Guarantã). **Scientia Forestalis**, n.57, p.123-139, 2000.

SILVA, A.C.; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; GRUDTNER, A.; ZECH, D.F. Caracterização fitossociológica e fitogeográfica de um trecho de floresta ciliar em Alfredo Wagner, SC, como subsídio para restauração ecológica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.23, n.4, p.579-593, 2013.

SILVA, A.F.; FONTES, N.R.L.; LEITÃO FILHO, H.F. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa – Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 397-405, 2000.

SILVA, C.T.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; SILVA, E.; CHAVES, R.A. Avaliação temporal da florística arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p.429-441, 2004.

SILVA, W.A.S.; CARIM, M.J.V.; GUIMARÃES, J.R.S.; TOSTES, L.C.L. Composição e diversidade florística em um trecho de floresta de terra firme no sudoeste do Estado do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. **Biota Amazônia**, v.4, n.3, p.31-36, 2014.

SOUZA, S.J.; ESPÍRITO-SANTO, F.D.B.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BOTEZELLI, L. Análise das variações florística e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, p.185-206, 2003.

SVENNING, J.-C. Environmental heterogeneity, recruitment limitation and the mesoscale distribution of palms in a tropical montane rain forest (Maquipucuna, Ecuador). **Journal of Tropical Ecology**, v.17, p.97–113, 2001.

TABARELLI, M.; VILLANI, J.P.; MANTOVANI, W. Estudo comparativo da vegetação de dois trechos de floresta secundária no Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 6, p. 1-11, 1994.

TERBORGH, J.; FOSTER, R.B.; NÚÑEZ, V.P. Tropical tree communities: a test of the nonequilibrium hypothesis. **Ecology**, 77, 561–567, 1996.

TURNER, I. M.; WONG, Y. K.; CHEY, P. T.; IBRAHIM, A. Tree species richness in primary and old secondary tropical forest in Singapore. **Biodiversity and Conservation**, v.6, p.537-543, 1997.

VAN DER MAAREL, E.; SYKES, M.T. Small-scale plant species turnover in a limestone grassland: the carousel model and some comments on the niche concept. **Journal of Vegetation Science**, v.4, p.179–188, 1993.

CAPÍTULO II

DIVERSIDADE DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM ESTRATOS VERTICAIS EM FRAGMENTO DA MATA ATLÂNTICA, EM UM PERÍODO DE 20 ANOS

RESUMO – O objetivo do presente estudo foi avaliar a diversidade de espécies arbóreas, em estratos verticais e em diferentes locais, num período de 20 anos, em um fragmento da Mata Atlântica (20°48'00" latitude Sul e 42°51'30" longitude Oeste). A amostragem foi realizada em parcela permanente em dez locais com condições ambientais distintas, em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana. Os indivíduos foram amostrados em seis níveis de inclusão: (I) $0,1 \text{ m} \leq h < 1,0 \text{ m}$; (II) $1,0 \text{ m} \leq h \leq 3,0 \text{ m}$; (III) $h > 3,0 \text{ m}$ e $dap < 5,0 \text{ cm}$; (IV) $dap \geq 5,0 \text{ cm}$ e $h < H_{dom}/3$; (V) $H_{dom}/3 \leq h < 2H_{dom}/3$; e (VI) $h \geq 2H_{dom}/3$. O índice de diversidade de Shannon (H') e o índice de diversidade Λ (A) foram obtidos para diferentes estratos e locais. O teste t foi usado para comparar esses índices nas diferentes épocas de medição. O teste de qui-quadrado para tabelas de contingência foi utilizado para comparar o número de espécies entre locais e estratos. A diversidade das espécies arbóreas aumentou entre 1992 e 2012 em sete locais, e reduziu em apenas um local. No ano de 1992, os locais 3, 6 e 10 apresentaram diferença quanto ao número de espécies nos estratos, sendo o estrato IV o mais rico em espécies. Em 2012, essa diferença foi menor devido a redução do número de espécies no estrato IV e aumento nos demais estratos. O número de espécies, muito reduzido no estrato VI, em 1992, aumentou substancialmente até 2012. Menos de 10% das espécies ocuparam cinco ou seis estratos e mais de 25% ocuparam apenas um ou dois estratos de altura. Menos de 11% das espécies atingiram o estrato emergente e a maioria possui indivíduos nos estratos inferiores. Houve um aumento da diversidade das espécies e melhor distribuição entre os estratos, ao longo de 20 anos, característico de ambientes florestais preservados. Os resultados desse estudo indicam o aumento da diversidade das espécies no fragmento florestal em um período de 20 anos, demonstrando a importância da preservação desses remanescentes da Mata Atlântica.

Palavras-chave: Índice de diversidade de Shannon; índice de diversidade A ; Mata Atlântica; estrutura vertical; florestas nativas, sucessão secundária.

DIVERSITY OF TREE SPECIES IN VERTICAL STRATA IN AN ATLANTIC FOREST FRAGMENT, IN A PERIOD OF 20 YEARS

ABSTRACT – The aim of this study was to evaluate the diversity of tree species in vertical strata and at different locations, over a period of 20 years, in an Atlantic Forest fragment (20°48'00" South latitude e 42°51'30" West longitude). Permanent plots were set in ten locations, with different environmental conditions, in a Mountain Seasonal Semideciduous forest fragment. Tree species were sampled at six vertical strata: (I) $0.1 \text{ m} \leq h < 1.0 \text{ m}$; (II) $1.0 \text{ m} \leq h \leq 3.0 \text{ m}$; (III) $h > 3.0 \text{ m}$ and $\text{dbh} < 5.0 \text{ cm}$; (IV) $\text{dbh} \geq 5.0 \text{ cm}$ and $h < H_{\text{dom}}/3$; (V) $H_{\text{dom}}/3 \leq h < 2H_{\text{dom}}/3$; and (VI) $\geq 2H_{\text{dom}}/3$. The Shannon diversity index (H') and the diversity index A (A) were obtained for different strata and locations. The t test was used to compare these indices at different survey dates. The chi-square test for contingency tables was used to compare the number of species between locations and strata. The diversity of tree species increased between 1992 and 2012 in seven locations, and reduced in one location. In 1992, local 3, 6 and 10 showed difference in the number of species in the strata, being the stratum IV the richest in species. In 2012, this difference was lower due to the reduction in the number of species in the stratum IV and increase in other strata. The number of species, very low in stratum VI in 1992 increased substantially by 2012. Less than 10% of the species occupied five or six strata, and over 25% occupied only one or two strata. Less than 11% of the species reached the emerging stratum and most have individuals in the lower strata. There was an increase in the diversity of species and better distribution between the strata over 20 years, characteristic of preserved forests. The results of this study indicate an increase in species diversity in the forest fragment, over a period of 20 years, demonstrating the importance of preserving the remnants of the Atlantic Forest.

Keywords: Shannon diversity index; A diversity index; Atlantic Forest; vertical structure; native forests; secondary succession.

INTRODUÇÃO

^E
As florestas nas regiões tropicais apresentam elevada diversidade florística e as espécies arbóreas se distribuem em diferentes estratos de altura (NASCIMENTO et al., 2001). A Mata Atlântica, um dos biomas de grande importância em razão de sua elevada biodiversidade (MYERS et al., 2000), foi intensamente explorada e se encontra altamente

fragmentada e degradada. Uma importante fitofisionomia da Mata Atlântica é a floresta estacional semidecidual, constituída por elementos arbóreos perenifólios e decíduos (VELOSO et al., 1991; MIKICH; IBGE, 2012), organizada em estratos lenhoso (árvores, arvoretas e arbustos) e herbáceo, além de epífitas e lianas (VELOSO; KLEIN, 1957).

Na Zona da Mata de Minas Gerais, extensa área de florestas estacionais semidecíduais primárias foram severamente modificadas pela pecuária extensiva, pelo ciclo do café e pelo plantio de cana-de-açúcar (VALVERDE, 1958; MEIRA-NETO, 1995). Atualmente, parte destas florestas está em processo de regeneração, em virtude do abandono principalmente de algumas áreas de pastagem, o que resultou na expansão das áreas ocupadas por florestas em regeneração (RIBAS, 2003). Porém, esse percentual de área abandonada representa pouca contribuição para a formação de florestas. Em 2001, o Município de Viçosa, MG, apresentava-se com apenas 20% de sua área total ocupada com florestas em estágio mais avançado de sucessão (mata), enquanto aquelas em estádios iniciais (capoeira e capoeirinha) correspondiam a apenas 6,8% (Pereira et al., 2001). Contudo, mesmo sendo um percentual reduzido, essas áreas são importantes na manutenção ou aumento da biodiversidade.

Esses remanescentes florestais se encontram em diferentes estágios de regeneração e são de grande importância para a manutenção da biodiversidade, desde que sejam elaborados planos de conservação e/ou preservação dos mesmos. A compreensão sobre a diversidade de espécies arbóreas destes fragmentos em regeneração, principalmente, através do entendimento da dinâmica da vegetação nos diferentes estratos verticais, é um subsídio importante na elaboração de políticas e planos de manejo visando o aumento da diversidade. Um dos índices de diversidade mais utilizados é o de Shannon, que considera, simultaneamente, a riqueza e a densidade de cada espécie, e é utilizado para dimensionar a diversidade de determinado local (SHANNON, 1948). O índice A, embora pouco utilizado, quantifica a diversidade de espécies e sua distribuição nos diversos estratos verticais e, quanto mais estratificada for a vegetação e quanto melhor estiverem distribuídos os indivíduos entre as espécies e os estratos, maiores valores do índice A podem ser obtidos (PRETZSCH, 1998).

O estudo da estrutura vertical tem sido pouco explorado, principalmente devido à dificuldade de coleta e análise dos dados. Porém, por meio da avaliação da estrutura vertical, é possível verificar o hábito de cada espécie e seu comportamento ecológico, o que facilita a compreensão das características necessárias para seu desenvolvimento e manutenção (SANQUETTA, 1995). No Brasil, a análise da estrutura vertical tem sido realizada principalmente para indivíduos arbóreos com $dap \geq 5,0$ cm (SANQUETTA,

E1995; FERNANDES, 1998; MARANGON et al., 2007; MARANGON et al., 2008). Poucos trabalhos sobre a estrutura vertical são desenvolvidos para vegetação com $dap < 5,0$ cm (PEZZOPANE, 2001; SILVA et al., 2007; GARCIA, 2009; SILVA et al., 2010) e dificilmente estes trabalhos incluem, ao mesmo tempo, indivíduos de todos os estratos (BARREIRA et al., 2002; SANTOS, 2014).

A avaliação fitossociológica da floresta, realizada em um intervalo de tempo, permite verificar mudanças ocorridas na estrutura da floresta e entendimento das estratégias de regeneração natural, crescimento e sobrevivência das plantas (SANQUETTA, 1995). Os estudos de estrutura vertical ou horizontal realizados em idades sequenciais são recentes no Brasil (FERNANDES, 1998; SILVA et al., 2004; HIGUCHI et al., 2006; FIGUEIREDO et al., 2013).

Este estudo teve como objetivo avaliar a diversidade de espécies arbóreas, em estratos verticais e em diferentes locais, num período de 20 anos, em um fragmento florestal inserido no domínio da Mata Atlântica, localizado na Zona da Mata de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana na área de domínio da Mata Atlântica, com 194 ha, localizado na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Mata do Paraíso da Universidade Federal de Viçosa, (20°48'00" latitude Sul e 42°51'30" longitude Oeste; altitude de 782 m) e constitui parte de uma área maior com 384 ha, uma vez que o fragmento se estende em propriedades privadas da vizinhança (PEREIRA, 1999).

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, subtropical úmido, com invernos secos e verões quentes. A temperatura média anual é de 19,49°C e a precipitação pluviométrica média anual de 1.361 mm (ALVARES et al., 2013). O fragmento florestal está inserido na sub-bacia do Rio Turvo Sujo, com área total de 406,44 km², pertencente à bacia hidrográfica do Rio Doce. Esta área localiza-se entre os planaltos do Alto Rio Grande e o do Caparaó, constituindo-se em uma sucessão de planaltos rebaixados, com superfície irregular e coincidência dos topos das elevações e os solos da região são, predominantemente, Latossolo Vermelho-Amarelo, no topo e nas encostas e, Podzólicos Vermelho-Amarelo Câmbico, nos terraços (REZENDE, 1971; CORRÊA, 1984) e são, geralmente, de baixa fertilidade.

Os dados foram obtidos em levantamentos realizados nos anos de 1992 (VOLPATO, 1994; FERNANDES, 1998) e 2012, em 10 locais do fragmento florestal, com condições ambientais distintas. Em cada local foram alocadas seis parcelas de 10 x 20 m para amostragem da vegetação com $dap \geq 5,0$ cm. No centro de cada uma dessas parcelas foram instaladas três microparcelsas de 0,5 x 10 m, 0,5 x 20 m e 1 x 20 m para levantamento dos indivíduos com $dap < 5,0$ cm. Para a estratificação dos indivíduos com mais de 5,0 cm de diâmetro seguiu-se a metodologia proposta pela IUFRO (LAMPRECTH, 1990), a qual considera a altura dominante como a altura total máxima atingida pelos indivíduos em todo o fragmento florestal (Tabela 1), enquanto para os indivíduos com $dap < 5,0$ cm, seguiu-se a metodologia de Volpato (1994) (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis de inclusão utilizados na amostragem da composição florística do componente arbóreo em fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica

Estratos	Critério de inclusão	Área da parcela (m ²)	Dimensão da parcela
I	$0,1 \text{ m} \leq h < 1,0 \text{ m}$	5	0,5 x 10 m
II	$1,0 \text{ m} \leq h \leq 3,0 \text{ m}$	10	0,5 x 20 m
III	$h > 3,0 \text{ m}$ e $dap < 5,0 \text{ cm}$	20	1,0 x 20 m
IV	$dap \geq 5,0 \text{ cm}$ e $h < H_{dom}/3$	200	10 x 20 m
V	$dap \geq 5,0 \text{ cm}$ e $H_{dom}/3 \leq h < 2H_{dom}/3$	200	10 x 20 m
VI	$dap \geq 5,0 \text{ cm}$ e $h \geq 2H_{dom}/3$	200	10 x 20 m

h = altura total dos indivíduos; dap = diâmetro à altura do peito; H_{dom} = altura dominante.

Os indivíduos amostrados foram identificados em níveis de família, gênero e espécie. Quando necessário, o material botânico foi coletado e enviado para instituições e profissionais, com a finalidade de auxiliar a identificação botânica. A identificação seguiu o Sistema Angiosperm Phylogeny Group (APG III, 2009).

Foram calculados o índice de diversidade de Shannon e o índice de diversidade A para cada local da floresta, para avaliar a diversidade das espécies para os anos de 1992 e 2012. O índice de diversidade de Shannon (H') seguiu a expressão abaixo (SHANNON, 1948; NEWTON, 2011):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln(p_i)$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Em que:

- H' – índice de diversidade de Shannon;
- n_i – número de indivíduos ou fustes amostrados, para a espécie i ;
- N – número total de indivíduos ou fustes amostrados;
- S – número de espécies no povoamento;
- \ln – logaritmo em base e .

Para o cálculo do índice de diversidade A , seguiu-se a forma descrita por Pretzsch (1998):

$$A = - \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^z p_{ij} \ln p_{ij}$$

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}}{N}$$

Em que:

- Z – número de estratos verticais (6 no presente estudo);
- n_{ij} – número de indivíduos da espécie i , no estrato j ;
- N e S definidos anteriormente.

Para avaliar a significância da alteração dos valores do índice H' e do índice A , no período de 20 anos, foi aplicado o teste t (MAGURRAN, 1988), ao nível de 5% de probabilidade.

Para verificar se houve diferença significativa entre os estratos e entre os locais estudados, quanto ao número de espécies, foi aplicado o teste de qui-quadrado para tabelas de contingência (ZAR, 1999).

RESULTADOS

Em 1992, a altura total máxima atingida pelos indivíduos foi de 35,0 m e, no ano de 2012, de 36,5 m. Assim, os limites dos estratos IV, V e VI, para os indivíduos com $dap \geq 5,0$ cm foram, respectivamente: $h < 11,67$ m; $11,67 \text{ m} \leq h < 23,33$ m e $h \geq 23,33$,

para 1992 e, $h < 12,17$ m; $12,17 \text{ m} \leq h < 24,33$ m e $h \geq 24,33$, para 2012. O número total de espécies observadas na floresta, em 1992, foi de 186 e, em 2012, foi de 226.

No período de 20 anos (1992-2012), o número de espécies amostradas e o número de indivíduos aumentaram em quase todos os locais estudados (Tabela 2). Em 1992, o número de espécies amostradas nos locais variou de 34 a 82, enquanto que, em 2012, esta variação foi entre 53 a 103 espécies. O índice de diversidade de Shannon não variou ($p > 0,05$) entre 1992 e 2012 para os locais 1 e 7, decresceu ($p \leq 0,05$) para o local 5 e aumentou ($p \leq 0,05$) para os demais locais.

Tabela 2. Riqueza de espécies (S), número total de indivíduos amostrados (N), índice de diversidade de Shannon (H'), desvio padrão do índice de Shannon (s^2H'), índice de diversidade A (A), desvio padrão do índice A (s^2A) e valores de t calculado (t_{calc}) nos anos de 1992 e 2012, em fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica

Locais	1992						2012						$t_{\text{calc}}(H')$	$t_{\text{calc}}(A)$
	S	N	H'	s^2H'	A	s^2A	S	N	H'	s^2H'	A	s^2A		
1	34	180	2,72	0,0756	3,09	0,0912	53	461	2,60	0,0604	3,06	0,0681	1,24 ^{ns}	0,26 ^{ns}
2	53	744	1,83	0,0572	2,23	0,0637	71	737	2,59	0,0546	3,08	0,0601	9,62*	9,71*
3	69	396	2,66	0,0711	3,27	0,0746	76	567	3,33	0,0534	4,01	0,0571	7,53*	7,87*
4	70	398	2,71	0,0658	2,98	0,0765	74	433	3,32	0,0546	3,89	0,0576	7,13*	9,50*
5	78	494	3,40	0,0531	3,82	0,0624	79	677	2,88	0,0582	3,37	0,0638	6,60*	5,04*
6	78	507	2,82	0,0636	3,22	0,0751	96	505	3,39	0,0567	3,83	0,0639	6,69*	6,19*
7	82	334	3,37	0,0740	3,96	0,0748	103	518	3,50	0,0546	3,95	0,0579	1,41 ^{ns}	0,11 ^{ns}
8	70	629	2,53	0,0567	2,94	0,0649	91	703	2,96	0,0612	3,50	0,0602	5,15*	6,33*
9	49	596	1,87	0,0654	2,11	0,0753	68	544	2,60	0,0704	3,22	0,0677	7,60*	10,96*
10	69	430	2,81	0,0674	3,31	0,0742	90	456	3,40	0,0614	3,84	0,0643	6,47*	5,40*

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Resultado semelhante à diversidade por meio de H' foi verificado com a utilização do índice A, ou seja, o índice não variou entre 1992 e 2012 para os locais 1 e 7 ($p > 0,05$), decresceu para o local 5 ($p \leq 0,05$) e aumentou para os demais locais ($p \leq 0,05$).

O número de espécies amostradas diferiu entre os estratos da floresta, dentro dos locais estudados, bem como dentro de cada estrato entre os diferentes locais (Tabela 3). No ano de 1992, os locais 3, 6 e 10 apresentaram diferença quanto ao número de espécies nos estratos, sendo o estrato IV o mais rico em espécies. Em 2012, a diferença nesses locais foi menor, com redução do número de espécies no estrato IV e aumentou nos demais estratos. No ano de 2012, diferenças significativas quanto ao número de espécies entre os estratos foram encontradas nos locais 4, 5 e 6 e o estrato I foi o que apresentou maior número de espécies, principalmente no local 5. Em ambos os levantamentos, as espécies nos estratos superiores se encontraram principalmente no local 6.

Tabela 3. Tabela de contingência com o número de espécies arbóreas observadas por local e por estrato de altura em um fragmento florestal em área de domínio da Mata Atlântica para o ano de 1992. Os resultados dos testes de qui-quadrado são fornecidos para os locais e estratos como um todo, para cada um dos anos de amostragem (1992 e 2012) e, para suas linhas e colunas

Locais	Estratos						Qui-quadrado	
	I	II	III	IV	V	VI	χ^2	p
1992								
1	19	13	3	19	8	0	6,13	0,294
2	24	20	13	21	16	1	4,80	0,443
3	19	18	8	51	14	0	13,13	< 0,050
4	21	14	15	50	16	0	10,34	0,066
5	37	32	12	40	28	5	6,67	0,246
6	29	18	11	42	42	13	55,47	< 0,001
7	33	21	25	43	32	3	7,62	0,178
8	33	23	14	37	18	0	3,62	0,606
9	24	19	18	27	8	0	10,95	0,052
10	26	26	14	44	4	0	16,87	< 0,010
	χ^2	6,93	10,99	16,60	20,89	31,12	49,07	135,60
	p	0,644	0,276	0,055	< 0,050	< 0,001	< 0,001	< 0,001
2012								
1	29	15	17	23	21	1	6,43	0,267
2	37	31	16	34	17	3	6,43	0,266
3	38	24	10	33	39	1	8,12	0,149
4	33	36	11	41	18	1	14,59	< 0,050
5	40	34	15	31	33	13	12,83	< 0,050
6	34	28	20	33	39	18	33,20	< 0,001
7	49	30	23	33	45	4	5,20	0,392
8	52	28	15	39	32	1	6,03	0,303
9	36	26	9	23	26	6	3,56	0,614
10	43	29	18	41	33	0	6,08	0,297
	χ^2	5,29	8,35	9,11	8,32	13,55	57,85	102,47
	p	0,808	0,499	0,427	0,501	0,139	< 0,001	< 0,001

Em 1992, não havia nenhum indivíduo no estrato VI em seis locais e, em 2012, apenas um local não apresentou indivíduos neste estrato e em dois locais ocorreram apenas oito indivíduos por hectare de uma única espécie (Tabela 3).

Em 1992, apenas 19 espécies apareceram no dossel emergente (estrato VI) e 18 espécies se encontravam presentes em cinco ou mais estratos de altura. Em 2012, estes números aumentaram para 23 e 21, respectivamente (Tabela 4). Dessas espécies, em 1992 apenas *Cariniana legalis*, *Sapium glandulatum* e *Xylopia brasiliensis* não apresentaram indivíduos nos estratos I, II e III, e em 2012, apenas *Alchornea glandulosa*, *Cariniana*

legalis e *Schefflera morototoni* não apresentaram indivíduos nestes três estratos inferiores. *Cariniana legalis* foi a única espécie que perpetuou ao longo de 20 anos somente nos estratos superiores (IV, V e VI).

DISCUSSÃO

Tabela 4. Espécies que apareceram no dossel emergente (estrato VI) em um fragmento florestal em área de domínio da Mata Atlântica

Espécies	1992		2012	
	Presença/ Ausência	Estratos em que aparece	Presença/ Ausência	Estratos em que aparece
<i>Alchornea glandulosa</i>	+	II, III, IV, V e VI	+	V e VI
<i>Allophylus edulis</i> *	-	-	+	I, II, IV, V e VI
<i>Allophylus sericeus</i> *	-	-	+	I, IV, V e VI
<i>Anadenanthera peregrina</i>	+	I, II, IV, V e VI	+	I, II, III, IV, V e VI
<i>Apuleia leiocarpa</i>	+	I, II, III, IV, V e VI	+	I, II, III, IV, V e VI
<i>Bauhinia forficata</i> †	+	I, II, III, IV, V e VI	-	-
<i>Cariniana legalis</i>	+	IV, V e VI	+	IV, V e VI
<i>Casearia aculeata</i>	+	I, III, IV, V e VI	+	I, II, III, IV, V e VI
<i>Casearia sylvestris</i> *	-	-	+	I, II, IV, V e VI
<i>Cecropia adenopus</i> *	-	-	+	III, V e VI
<i>Copaifera langsdorffii</i> *	-	-	+	I, II, IV, V e VI
<i>Euterpe edulis</i> *	-	-	+	I, II, III, IV, V e VI
<i>Guettarda viburnoides</i> *	-	-	+	II, IV, V e VI
<i>Hyeronima alchorneoides</i> †	+	I, III, IV, V e VI	+	III, IV, V e VI
<i>Ladenbergia hexandra</i> †	+	I, II, III, IV, V e VI	-	-
<i>Mabea fistulifera</i> †	+	I, III, IV, V e VI	-	-
<i>Machaerium nyctitans</i> †	+	I, II, III, IV, V e VI	-	-
<i>Machaerium stipitatum</i> *	-	-	+	I, II, IV, V e VI
<i>Nectandra oppositifolia</i>	+	I, II, III, IV, V e VI	+	I, II, III, IV, V e VI
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	+	I, II, III, IV, V e VI	+	I, II, III, IV, V e VI
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	+	I, II, III, IV, V e VI	+	IV, V e VI
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	+	I, II, III, IV, V e VI	+	I, II, III, IV, V e VI
<i>Rapanea ferruginea</i> *	-	-	+	III, V e VI
<i>Rollinia sylvatica</i> *	-	-	+	I, II, III, IV, V e VI
<i>Sapium glandulatum</i>	+	IV, V e VI	+	I, IV, V e VI
<i>Schefflera morototoni</i> *	-	-	+	IV, V e VI
<i>Senna multijuga</i>	+	I, IV, V e VI	+	I, IV, V e VI
<i>Siparuna guianensis</i> *	-	-	+	I, II, III, IV, V e VI
<i>Sparattosperma leucanthum</i> *	-	-	+	I, II, IV, V e VI
<i>Vernonia difusa</i> †	+	I, II, III, IV, V e VI	-	-
<i>Virola oleifera</i> *	-	-	+	I, III, IV, V e VI
<i>Xylopia brasiliensis</i> †	+	IV e VI	-	-
<i>Xylosma prockia</i> *	-	-	+	IV, V e VI
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> †	+	I, II, III, IV, V e VI	-	-

† = espécies que continuaram existindo em 2012, exceto no estrato VI; * = espécies que já existiam em 1992, porém não tinham alcançado o estrato VI.

O aumento da diversidade no ano de 2012 em relação a 1992 se deu, provavelmente, pela maior uniformidade na distribuição das densidades dos indivíduos entre as espécies (índice de diversidade de Shannon) e entre os estratos de altura (índice de diversidade A). A densidade afeta a representatividade relativa das espécies e, conseqüentemente, os índices de diversidade (HART, 1990). Outra razão para o aumento da diversidade em sete locais é o aumento do número de espécies entre 1992 e 2012, provavelmente, em virtude da preservação do fragmento florestal, o que permitiu o avanço em relação ao seu estágio de sucessão.

Os valores mínimos e máximos do índice de Shannon nos anos de 1992 (1,83 a 3,40) e 2012 (2,59 a 3,50) estão próximos aos encontrados em outros estudos sobre as florestas estacionais semidecíduais no domínio da Mata Atlântica, que variam de 1,95 a 4,20 (MARISCAL-FLORES, 1993; OLIVEIRA FILHO et al., 1994; VOLPATO, 1994; MEIRA-NETO et al., 1997; FERNANDES, 1998; IVANAUSKAS et al., 1999). Pezzopane (2001) e Higuchi et al. (2006) relataram valores menores (2,02 a 3,36) porque seus estudos envolviam somente indivíduos com $dap < 5,0$ cm. Considerando indivíduos com circunferência à altura do peito maior ou igual a 15,0 cm, em fragmento florestal adjacente ao estudado, Marangon et al. (2007) observaram alta diversidade ($H' = 4,25$), sendo considerado um dos mais altos valores já encontrados nesta região, o que evidencia a grande riqueza de espécies nesses fragmentos florestais.

Poucas pesquisas incluem a análise de espécies arbóreas em todos os estratos da vegetação (BARREIRA et al., 2002; SANTOS, 2014) em um único estudo e, usualmente a análise é realizada de forma separada, considerando os indivíduos com $dap < 5,0$ cm como regeneração natural e os indivíduos com $dap \geq 5,0$ cm como adultos. Barreira et al. (2002) encontraram valores de H' iguais a 2,90 para a regeneração natural (circunferência a 30,0 cm do solo inferior a 9,5 cm) e 2,95 para os indivíduos adultos (circunferência a 30,0 cm do solo maior ou igual a 9,5 cm), em vegetação de Cerrado, no município de Brasilândia, em Minas Gerais, e Santos (2014) encontrou valores de H' iguais a 2,41 para o estrato regenerante ($h \leq 100,0$ cm) e 2,69 para o estrato arbóreo adulto ($cap \geq 15,0$ cm), em um fragmento florestal de Mata Atlântica, em Pernambuco. Estes autores não apresentaram valores de H' para todos os estratos, em conjunto.

Os valores mínimos e máximos do índice A, apresentados neste estudo para os anos de 1992 (2,11 a 3,96) e 2012 (3,06 a 4,01), estão próximos aos encontrados em outros países tropicais, como no México (*bosque mesófilo de montanha*) (3,23 a 3,43)

(RIVAS et al., 2005). Em estudos realizados em regiões mais frias, como Al manha, Portugal e Itália, foram observados valores mais baixos (0,69 a 1,74) (PRETZSCH, 1998; GONÇALVES et al., 2010; SANTINI, 2012). Nestas regiões frias, em geral, as florestas apresentam menor número de espécies e menor estratificação do dossel quando comparado com florestas tropicais.

No geral, a maior parte dos estratos apresentaram diversidade florística próxima à encontrada em floresta ombrófila mista aluvial ($H' \leq 2,49$) (CARVALHO et al., 2009) e àquelas observadas em florestas ombrófilas mistas montanas ($H' = 3,00$) (NASCIMENTO et al., 2001).

Em uma floresta ombrófila densa no estado de Pernambuco, a proporção de espécies e indivíduos típicos do dossel predominaram sobre as demais categorias (sub-bosque e emergente), sendo que as proporções foram mais elevadas nos estratos superiores do que nos estratos inferiores (SANTOS, 2014). Algumas espécies, no presente estudo, chamam à atenção pela abundância observada nos estratos I, II e III como, por exemplo, *Siparuna guianensis* e *Psychotria sessilis* var. *hancorniiifolia* que apareceram, predominantemente, nos estratos inferiores de altura conforme, também, observado em outros estudos em florestas estacionais semidecíduais (VOLPATO, 1994; PEZZOPANE, 2001; SILVA, 2003; HIGUCHI et al., 2006; GARCIA, 2009; CURTO et al., 2013; PINTO et al., 2013). *Siparuna guianensis* e *Psychotria sessilis* var. *hancorniiifolia*, em 1992 e 2012, na maioria dos locais onde apareceram, dominaram o sub-bosque. *Myrcia fallax*, se caracteriza como uma espécie pioneira, de porte baixo (8 a 12 m de altura) e crescimento rápido (LORENZI, 1998; TOREZAN-SILINGARDI, 2003).

As espécies *Anadenanthera peregrina*, *Apuleia leiocarapa*, *Citronella paniculata*, *Guapira opposita*, *Piptadenia gonoacantha* e *Siparuna guianensis*, que predominaram nos estratos IV, V e VI devido sua elevada abundância, também, foram encontrados em outros levantamentos de fragmentos florestais sob domínio da Mata Atlântica com elevada abundância (FERREIRA JÚNIOR et al., 2007; DEL PELOSO, 2012).

A ocorrência de espécies predominantemente nos estratos inferiores da floresta, pode ser o resultado de duas condições: a) a espécie apresenta elevada exigência lumínica para crescer, mas tolera a sombra na fase jovem e permanece no banco de plântulas até que ocorra uma clareira na floresta para possibilitar seu pleno desenvolvimento ou, b) a espécie é característica de sub-bosque, com altura reduzida (PEZZOPANE, 2001; HIGUCHI, 2003; GARCIA, 2009). As espécies que predominam nos estratos superiores de florestas secundárias, em estádios intermediários de sucessão, podem se constituir por

espécies pioneiras que não encontram condições para manter a regeneração natural com a redução da radiação solar (JARDIM et al., 1996; SANTOS et al., 2004). As espécies que aparecem no estrato superior têm características dominantes, pois possuem copas estendidas e não têm obstruções físicas acima do nível do dossel (OLIVER; LARSON, 1996), porém é possível observar que *Cecropia adenopus* é exceção à essa regra.

A ausência ou a redução de indivíduos de algumas espécies nos estratos inferiores pode sugerir alguma falha na colonização de espécies nos estratos superiores e estar associada a possíveis modificações na comunidade vegetal futura (MILHOMEN et al., 2013). As espécies que apresentam esse tipo de comportamento devem ter suas populações estudadas de forma mais detalhada, para verificar as razões da distribuição das espécies em estratos específicos, a exemplo da dispersão dos propágulos ou até mesmo problemas na reprodução de seus indivíduos (CALDATO et al., 1996). Possivelmente, a renovação destas espécies na vegetação está comprometida e, com isto, a tendência é que haja sua redução gradual (HACK et al., 2005).

A presença de indivíduos de determinada espécie em todos os estratos de altura é de fundamental importância fitossociológica, pois assegura a sua presença na estrutura e dinâmica da floresta (LONGHI, 1987).

CONCLUSÕES

Em geral, houve um aumento da diversidade das espécies entre os anos de 1992 e 2012, típico de ser encontrado em ambientes florestais preservados. O aumento da diversidade ocorreu pela maior uniformidade na distribuição das densidades dos indivíduos entre as espécies e entre os estratos de altura.

As informações obtidas através da análise da estrutura vertical favorecem a seleção de espécies para serem utilizadas em plantios mistos em projetos de recuperação de áreas de reserva legal ou de áreas de proteção permanente, conforme previsto pela legislação ambiental brasileira.

Os resultados do presente trabalho indicam que o fragmento florestal estudado está apresentando dinâmica de sucessão com aumento da diversidade de espécies arbóreas. Assim, torna-se de grande importância a implantação de políticas de preservação dos fragmentos florestais remanescentes na área de domínio da Mata Atlântica visando à conservação e aumento da diversidade florística neste bioma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, n.2, p.105-121, 2009.
- ARCHANJO, K.M.P.A.; SILVA, G.F.; CHICHORRO, J.F.; SOARES, C.P.B. Estrutura do componente arbóreo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, v.42, n.1, p.145-160, 2012.
- BARREIRA, S.; SCOLFORO, J.R.S.; BOTELHO, S.A.; MELLO, J.M. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado sensu stricto para fins de manejo florestal. **Scientia Forestalis**, n. 61, p.64-78, 2002.
- BOTREL, R.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.2, p.195-213, 2002.
- CALDATO, S.L.; FLOSS, P.A.CROCE, D.M.; LONGHI, S.J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, v.6, n.1, p.27-38, 1996.
- CARVALHO, J.; MARQUES, M.C.M.; RODERJAN, C.V.; BARDDALL, M.; SOUSA, S.G.A. Relações entre a distribuição das espécies de diferentes estratos e as características do solo de uma floresta aluvial no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.23, n.1, p.1-9, 2009.
- CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa**. Viçosa, MG: UFV, 1984. 187p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- CURTO, R.D.A.; SILVA, G.F.; PEZZOPANE, J.E.M.; CHICHORRO, J.F.; MÔRA, R. Métodos de estratificação vertical em floresta estacional semidecidual. **Ciência Florestal**, v.23, n.4, p.643-654. 2013.
- DEL PELOSO, R.V. **Dinâmica e sucessão de um fragmento de Floresta Atlântica**. Viçosa, MG: UFV, 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2012.
- FERNANDES, H.A.C. **Dinâmica e Distribuição de Espécies Arbóreas em uma Floresta Secundária no Domínio da Mata Atlântica**. Viçosa, MG: UFV, 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- FERREIRA JÚNIOR, W.G.; SILVA, A.F.; MEIRA NETO, J.A.A.; SCHAEFER, C.E.G.R.; DIAS, A.S.; IGNÁCIO, M.; MEDEIROS, M.C.M.P. Composição florística da vegetação arbórea de um trecho de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais, e espécies de maior ocorrência na região. **Revista Árvore**, v.31, n.6, p.1121-1130, 2007.

FIGUEIREDO, L.T.M.; SOARES, C.P.B.; SOUZA, A.L.; MARTINS, S.V. Alterações florísticas em uma floresta estacional semidecidual no município de Viçosa, MG, entre 1994 e 2008. **Floresta**, v.43, n.2, p.169-180, 2013.

GARCIA, C.C. **Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento florestal da zona da mata mineira**. Viçosa, MG: UFV, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.

GONÇALVES, A.C.; OLIVEIRA, A.C.; DIAS, S.S. Evolution in multi-species high forest stands in Serra da Lousã: Diversity Analysis. **Silva Lusitana**, v.18, n.especial, p.79-90. 2010.

HACK, C.; LONGHI, S.J.; BOLIGON, A.A.; MURARI, A.B.; PAULESKI, D.T. Análise fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual no município de Jaguari, RS. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1083-1091, 2005.

HART, T.B. Monoespecific Dominance in Tropical Rain Forests. **Tree**, v. 5, n. 1, 1990.

HIGUCHI, P.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; PINHEIRO, A.L.; SILVA, C.T.; OLIVEIRA, C.H.R. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 30, n.6, p.893-904, 2006.

MIKICH, S.B.; SILVA, S.M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no Centro-Oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v.15, n.1, p.89-113, 2001.

NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v.11, n.1, p.105-119, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro. 271p. 2012.

IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Scientia Florestalis**, n.56, p.83-99, 1999.

JARDIM, F.C.S.; SOUZA, A.L.; SILVA, A. F. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP maior ou igual a 5,0 cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na estação experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus – AM. **Revista Árvore**, v.20, n.3, p.267-278, 1996.

LAMPRECHT, C.T. **Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gessells Chaft für Technisch Zusammenarbeti (GTZ) GmbH, 1990, 343p.

LONGHI, S. J. Aspectos fitossociológicos de uma floresta natural de *Astronium balansae* Engl., no Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.17, n.1, p.49-61, 1987.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual para identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurements**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179p. 1988.

MARANGON, L.C.; SOARES, J.J.; FELICIANO, A.L.P.; BRANDÃO, C.F.L.S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Cerne**, v.13, n.2, p.208-221, 2007.

MARANGON, L.C.; FELICIANO, A.L.P.; BRANDÃO, C.F.L.S.; ALVES JÚNIOR, F.T.A. Relações florísticas, estrutura diamétrica e Hipsométrica de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa (MG). **Floresta**, v.38, n.4, p.699-709, 2008.

MARISCAL-FLORES, E.J. **Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de mata atlântica secundária, município de Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa, MG. 165p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, 1993.

MEIRA-NETO, J.A.A.; SILVA, A.F. **Caracterização dos fragmentos florestais das áreas de influência e diretamente afetada da UHE de Pilar, Vale do rio Piranga, Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa: FUNARBE – Universidade Federal de Viçosa, 1995. 57p.

MEIRA-NETO, J.A.A.; SOUZA, A.L.; SILVA, A.F.; PAULA, A. Estrutura de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana em área diretamente afetada pela Usina Hidrelétrica de Pilar, Ponte Nova, Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.21, n.3, p.337-344, 1997.

MILHOMEN, M.E.V.; ARAÚJO, G.M.; VALE, V.S. Estrutura do estrato arbóreo e regenerativo de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Itumbiara, GO. **Ciência Florestal**, v.23, n.4, p.679-690. 2013.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858. 2000.

NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v.11, n.1, p.105-119, 2001.

NEWTON, A.C. **Forest Ecology and conservation: A handbook of techniques**. Oxford University Press, Oxford, 2011. 454p.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecidual montana em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.17, n.2, p.167-182, 1994.

OLIVER, C. D. AND LARSON, B. C. **Forest stand dynamics**. John Wiley and Sons, New York, 1996. 544p.

PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional semidecidual secundária, em Viçosa, MG.** Viçosa, MG: UFV. 2001. 255p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; MORETTI, B.S. Composição florística do componente arbustivo-arbóreo em dois trechos de floresta estacional semidecidual na Mata do Paraíso, Viçosa, MG. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, MG, v.5, n.2, caderno I, p.11-24, 2013.

PRETZSCH, H. Structural diversity as a result of silvicultural operations. **LESNICEFVI-FORESTRY**, v.44, n.10, p.429-439. 1998.

REZENDE, S.B. **Estudo de crono-sequência em Viçosa – Minas Gerais.** Viçosa, MG: UFV, 1971. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1971.

RIBAS, R.F.; MEIRA NETO, J.A.A.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.821-830, 2003.

RIVAS, J.J.C.; CALDERÓN, O.A.A.; PÉREZ, J.J.; RIVAS, Y.S.C. Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña «El Cielo», Tamaulipas, México. **Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales**, v.14, n.2, p.217-228. 2005.

SANQUETTA, C.R. Análise da estrutura vertical de florestas através do Diagrama h-M. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.5, n.1, p.55-68, 1995.

SANTINI, E. **Dinamismi strutturali e auxometrici in faggete dei Monti della Laga.** Ancona, IT, 2012. 192p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Università Politecnica delle Marche, 2012.

SANTOS, E.G. **Comparação da composição e estrutura dos estratos arbóreo e regenerante em um fragmento de Floresta Atlântica.** 2014. 74p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014.

SANTOS, J.H.S.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.; SOUZA, A.L.; SANTOS, E.S.; MEUNIER, I.M.J. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p.387-396, 2004.

SHANNON, C.E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, v. 27, p. 379-423, 623-656, 1948.

SILVA, C.T. **Dinâmica da vegetação arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa, MG, 2003. 120p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

SILVA, C.T.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; SILVA, E.; CHAVES, R.A. Avaliação temporal da florística arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p.429-441, 2004.

SILVA, W.C.; MARANGON, L.C.; FERREIRA, R.L.C.; FELICIANO, A.L.P.; COSTA JUNIOR, R.F. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta ombrófila densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, v.17, n.4, p.321-331, 2007.

SILVA; W.C.; MARANGON, L.C.; FERREIRA, R.L.C.; FELICIANO, A.L.P.; APARÍCIO, P.S.; COSTA JUNIOR, R.F. Estrutura horizontal e vertical do componente arbóreo em fase de regeneração natural na mata santa luzia, no Município de Catende-PE. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.863-869, 2010.

TOREZAN-SILINGARDI, H. M. **Ecologia da reprodução de *Myrcia rostrata* DC e *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC (Myrtaceae) em Uberlândia, Minas Gerais**. 2002. 87f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Uberlândia, 2002.

VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, v.20, n.1, p.1-82, 1958.

VELOSO, H.P.; KLEIN, R.M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil. I. As comunidades do Mun. de Brusque, SC. **Sellowia**. v.9, p.81-235, 1957.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 1991. 123p.

VOLPATO, M.M.L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey. 1999. 620p.

CAPÍTULO III

PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS E RELAÇÃO COM CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM FRAGMENTO DA MATA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL

RESUMO – O objetivo deste estudo foi identificar padrões de distribuição de espécies do componente arbóreo por meio da análise da estrutura vertical e verificar a sua associação com as características ambientais de dez locais, em fragmento da Mata Atlântica. Os indivíduos foram amostrados em seis estratos verticais. Para cada espécie, foram calculados o índice de regeneração natural por classe de tamanho de planta e o índice de regeneração natural total. A Análise de Componentes Principais (ACP) foi utilizada para identificar os padrões de agrupamento das espécies. Ao todo, foram amostrados 5.601 indivíduos, em 51 famílias, 128 gêneros e 226 espécies. A ACP permitiu identificar três grupos de locais caracterizados pela associação de espécies: Grupo 1 (locais 5 e 6) – floresta em estágio avançado de sucessão, de alta fertilidade (FASaf); Grupo 2 (locais 1, 2, 8 e 9) – floresta em estágio intermediário de sucessão, de média fertilidade (FISmf) e, Grupo 3 (locais 3, 4, 7 e 10) – floresta em estágio intermediário de sucessão, de baixa fertilidade (FISbf). O grupo FASaf apresentou maior proporção de espécies secundárias tardias e maiores valores de pH, saturação por bases, teores de potássio, cálcio e magnésio, soma de bases e capacidade de troca catiônica efetiva. A saturação por alumínio e o teor de magnésio foram importantes na diferenciação dos três grupos. O grupo FISbf caracteriza-se, também, por apresentar maior declividade. Essas características determinam a ocorrência e o estabelecimento das espécies, bem como a formação das associações de espécies arbóreas no fragmento florestal.

Palavras chave: estrutura florestal, associação entre espécies, característica edáficas.

PATTERNS OF VERTICAL DISTRIBUTION OF TREE SPECIES AND THE
RELATIONSHIP WITH ENVIRONMENT IN AN ATLANTIC FOREST
FRAGMENT, IN THE SOUTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT – The objective of this study was to identify patterns of distribution of tree component species by analyzing the vertical structure and its association with the environmental characteristics of ten sites in an Atlantic Forest fragment. Individuals were sampled in six vertical strata. For each species, it was obtained the density, the frequency, the natural regeneration index for each stratum, and the total natural regeneration index. The Principal Components Analysis (PCA) was used to identify the species grouping patterns. A total of 5,601 individuals were sampled, into 51 families, 128 genera and 226 species. The PCA allowed to identify three groups of locations based on the species association: Group 1 (locations 5 and 6) - forest at an advanced stage of succession, with high fertility (FASaf); Group 2 (locations 1, 2, 8 and 9) - forest at an intermediate stage of succession, with medium fertility (FISmf) and, Group 3 (Locations 3, 4, 7 and 10) - forest at an intermediate stage of succession, with low fertility (FISbf). The FASaf group had a higher proportion of late secondary species and higher soil pH values, base saturation, levels of potassium, calcium and magnesium, sum of bases and effective cation exchange capacity. The soil aluminum saturation and magnesium content were important to differentiate the three groups. FISbf group is characterized, also, by greater slope as compared to the other groups. These characteristics determine the occurrence and the establishment of the species, as well as the formation of tree species associations in the forest fragment. These results are important to take decision for the establishment of management plans of natural or plantations forests.

Keywords: forest structure, species association, edaphic characteristics.

INTRODUÇÃO

Os estudos desenvolvidos em comunidades florestais, de modo geral, têm se restringido apenas aos parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal, como o Valor de Importância (VI) e o Valor de Cobertura (VC) das espécies (DURIGAN, 2009). No entanto, a caracterização detalhada das espécies arbóreas em uma floresta requer também, a inclusão da análise da estrutura vertical (VOLPATO, 1994; PEZZOPANE, 2001; HIGUCHI, 2003; GARCIA, 2009; CURTO et al., 2013). As estimativas de parâmetros

fitossociológicos da estrutura vertical permitem embasar comparações entre espécies intraclasses e interclasses (VOLPATO, 1994).

As florestas tropicais possuem estratificação vertical com camadas compostas por várias espécies vegetais com diferentes capacidades de ocupação, provenientes de sua resposta adaptativa às diferentes condições ambientais (RICHARDS, 1996). Essa adaptação pode justificar a grande diversidade presente em ecossistemas com estrutura complexa. Apesar de sua importância, escassos são os estudos que englobam diferentes estratos da vegetação e que permitem a compreensão de aspectos associados à dinâmica de comunidades florestais (DURIGAN et al., 2000).

Grupos de espécies, segundo a teoria de nicho, podem coexistir em um único sítio (VALENCIA et al., 1994), em razão de apresentarem requerimentos ecológicos semelhantes. Há, porém, os que defendem que as comunidades florestais sejam formadas por dispersão aleatória, onde todas as espécies são ecologicamente equivalentes (HUBBELL, 1997; HUBBELL, 2005). Os recursos do ambiente podem favorecer o estabelecimento de espécies em diferentes locais e estratos da floresta, uma vez que a disponibilidade por recursos de crescimento (radiação solar, nutriente e umidade) pode limitar o desenvolvimento das plantas em seus diferentes estádios (PEZZOPANE, 2001; POORTER; ARETS, 2003; WRIGHT et al., 2003; GARCIA, 2009).

A distribuição das espécies em comunidades florestais tem sido abordada de modo mais restrito, em mesoescala (CLARK et al., 1998; CLARK et al., 1999) ou, de modo mais amplo, em macroescala (SWAINE, 1996; TUOMISTO, et al., 2002; TUOMISTO et al., 2003; PHILLIPS et al., 2003). Nestas escalas de distribuição das espécies, as paisagens constituídas pelas florestas tropicais formam mosaicos condicionados, por exemplo, pelos diferentes tipos de solos (TER STEEGE, et al., 1993; TUOMISTO et al., 1995). Os padrões de associação entre espécies, resultantes da dispersão e da heterogeneidade de habitats, são mais difíceis de serem identificados (PLOTKIN, et al., 2000; HARMS et al., 2001).

A análise de agrupamento das espécies e a identificação de condicionantes ambientais associados a cada grupo de espécies são vitais para a compreensão das exigências ambientais e para definir recomendações de manejo sustentável das florestas tropicais (RAVEN et al., 1997; MANEL et al., 2000; PEZZOPANE, 2001; VAUGHAN et al., 2003; GARCIA, 2009).

Espécies ou grupos de espécies podem habitar preferencialmente um ou mais estratos de altura, devido a algumas características do estrato como disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa, umidade, presença de insetos e demais animais. Para

identificar os grupos de espécies formados nos diferentes estratos da floresta, o estudo dos padrões de agrupamento, por meio da Análise de Componentes Principais (ACP) é uma boa ferramenta. A ACP é um método de análise multivariada que resulta no agrupamento de espécies intercorrelacionadas no ambiente florestal. Não existe consenso quanto ao número de componentes a serem analisados na ACP. Alguns autores consideram a contribuição da explicação da variância por cada componente superior a 5,0% (JANŽEKOVIČ; NOVAK, 2012) ou a 10,0% (JOHN et al., 2007); outros utilizam o critério da explicação da variância total por todos os componentes analisados.

O objetivo deste estudo foi identificar padrões de distribuição de espécies do componente arbóreo, por meio da análise da estrutura vertical, e verificar a sua associação com as características ambientais de diferentes locais, em fragmento florestal, na área de domínio da Mata Atlântica.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana na área de domínio da Mata Atlântica, com 194 ha, localizado na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Mata do Paraíso da Universidade Federal de Viçosa, (20°48'00" latitude Sul e 42°51'30" longitude Oeste; altitude de 782 m) e constitui parte de uma área maior com 384 ha, uma vez que o fragmento se estende em propriedades privadas da vizinhança (PEREIRA, 1999).

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, subtropical úmido, com invernos secos e verões quentes. A temperatura média anual é de 19,49°C e a precipitação pluviométrica média anual de 1.361 mm (ALVARES et al., 2013). O fragmento florestal está inserido na sub-bacia do Rio Turvo Sujo, com área total de 406,44 km², pertencente à bacia hidrográfica do Rio Doce. Esta área localiza-se entre os planaltos do Alto Rio Grande e o do Caparaó, constituindo-se em uma sucessão de planaltos rebaixados, com superfície irregular e coincidência dos topos das elevações e os solos da região são, predominantemente, Latossolo Vermelho-Amarelo, no topo e nas encostas e, Podzólicos Vermelho-Amarelo Câmbico, nos terraços (REZENDE, 1971; CORRÊA, 1984) e são, geralmente, de baixa fertilidade.

A composição florística do componente arbóreo foi obtida no ano de 2012, em 10 locais do fragmento florestal, com diferentes características (Tabela 1).

Tabela 1. Características dos dez locais analisados em fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica

Atributos	Locais									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Exposição	NE	NE	NE	NE	-	SO	SO	SO	SO	SO
Posição Topográfica	TS	ME	TI	ME	B	TI	ME	ME	TI	TS
Declividade (%)	40,00	21,00	43,00	80,00	3,00	51,00	45,00	20,00	14,00	45,00
IAF	3,38	3,82	4,25	3,67	4,10	3,70	3,87	4,24	4,01	3,89
t (%)	6,08	5,68	4,77	14,16	2,56	2,08	1,90	7,09	7,72	6,05
pH	4,60	4,20	4,10	3,90	6,00	5,50	4,00	4,20	4,50	4,10
V (%)	13,33	9,00	2,67	1,00	74,00	48,33	2,00	3,33	13,33	1,67
Umidade do solo (%)	8,99	2,20	10,37	7,39	7,42	14,67	9,59	12,91	3,67	18,26
m (%)	44,00	61,67	84,33	96,33	0,00	2,67	89,00	82,67	39,33	90,00
P (mg/dm ³)	0,33	0,97	0,70	1,47	0,53	0,63	0,57	0,27	0,33	0,27
K (mg/dm ³)	29,00	40,67	38,33	30,33	78,67	55,00	31,00	29,67	64,00	33,33
SB (mg/dm ³)	1,44	1,00	0,30	0,08	7,47	4,77	0,24	0,41	1,56	0,15
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,90	0,57	0,03	0,00	6,07	3,53	0,07	0,10	0,83	0,03
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,47	0,33	0,17	0,00	1,20	1,10	0,10	0,23	0,57	0,03
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,90	1,50	1,60	2,03	0,00	0,10	1,97	1,97	1,00	1,27
Al+H (cmol _c /dm ³)	9,13	9,85	10,89	10,78	2,64	5,28	11,17	11,11	10,12	8,81
CTC(t) (cmol _c /dm ³)	2,34	2,50	1,90	2,11	7,47	4,87	2,21	2,37	2,56	1,42
CTC(T) (cmol _c /dm ³)	10,57	10,85	11,19	10,86	10,11	10,06	11,41	11,52	11,68	8,95

Fonte: GARCIA, 2009. Profundidade das amostras de solo = 0 – 20 cm. IAF = Índice de Área Foliar; t = transmitância da radiação fotossinteticamente ativa; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; P = teor de fósforo; K = teor de potássio; SB = soma de bases; Ca²⁺ = teor de cálcio; Mg²⁺ = teor de magnésio; Al³⁺ = teor de alumínio; Al+H = acidez potencial; CTC(t) = capacidade de troca catiônica efetiva; CTC(T) = capacidade de troca catiônica para pH=7; NE = exposição noroeste; SO = exposição sudoeste; B = baixada; TI = terço inferior; ME = meia encosta; TS = terço superior.

Foram alocadas seis parcelas de 10 x 20 m, em cada um dos 10 locais, para a amostragem da vegetação com $dap \geq 5,0$ cm. No centro de cada uma dessas parcelas foram instaladas três microparcelas de 0,5 x 10 m, 0,5 x 20 m e 1 x 20 m para levantamento de plantas com $dap < 5,0$ cm. Para a estratificação dos indivíduos com mais de 5,0 cm de diâmetro seguiu-se a metodologia proposta pela IUFRO (LAMPRECTH, 1990), a qual considera a altura dominante como a altura total máxima atingida pelos indivíduos em todo o fragmento florestal (Tabela 2), enquanto para os indivíduos com $dap < 5,0$ cm, seguiu-se a metodologia de Volpato (1994) (Tabela 2).

Os indivíduos amostrados foram identificados em níveis de família, gênero e espécie. Quando necessário, o material botânico foi coletado e enviado para especialistas com a finalidade de auxiliar a identificação botânica, segundo o Sistema Angiosperm Phylogeny Group (APG III, 2009).

a 1 o s a o e d
 T be a 2. Níveis de inclusão utilizado n amostragem do comp nente arbóro o o
 fragmento florestal de Mata Atlântica

Estratos	Critério de inclusão	Área da parcela (m ²)	Dimensão da parcela
I	$0,1 \text{ m} \leq h < 1,0 \text{ m}$	5	0,5 x 10 m
II	$1,0 \text{ m} \leq h \leq 3,0 \text{ m}$	10	0,5 x 20 m
III	$h > 3,0 \text{ m e } dap < 5,0 \text{ cm}$	20	1,0 x 20 m
IV	$dap \geq 5,0 \text{ cm e } h < H_{dom}/3$	200	10 x 20 m
V	$dap \geq 5,0 \text{ cm e } H_{dom}/3 \leq h < 2H_{dom}/3$	200	10 x 20 m
VI	$dap \geq 5,0 \text{ cm e } h \geq 2H_{dom}/3$	200	10 x 20 m

h = altura dos indivíduos; dap = diâmetro à altura de 1,30 m do solo; H_{dom} = altura dominante.

Na análise da estrutura vertical foram considerados os seguintes parâmetros fitossociológicos, por espécie e, por classe de tamanho de planta, calculados conforme apresentado a seguir, de acordo com metodologia descrita por Volpato (1994):

$$RNC_{ij} = \frac{(DR_{ij} + FR_{ij})}{2} \quad \text{e} \quad RNT_i = \sum_{j=1}^6 RNC_{ij}$$

Em que:

RNC_{ij} – estimativa da regeneração natural da i -ésima espécie no j -ésimo estrato;

DR_{ij} = densidade relativa para a i -ésima espécie no j -ésimo estrato;

FR_{ij} = frequência relativa da i -ésima espécie no j -ésimo estrato;

RNT_i = estimativa da regeneração natural total da i -ésima espécie;

$i = 1, 2, \dots, p$ -ésima espécie amostrada;

$j = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6 .

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada para o fragmento como um todo, com dados do RNT, e para cada estrato de altura, a partir das estimativas dos RNC's, para cada espécie nos dez locais estudados. Foram eliminadas as espécies que ocorreram em todos os locais estudados, uma vez que não contribuem, significativamente, para a identificação de padrões de distribuição espacial de espécies nas comunidades florestais.

As espécies que apresentam reduzido número de indivíduos, usualmente, são eliminadas da ACP (TER BRAAK, 1987). No presente trabalho, o número de espécies incluídas na ACP foi definido com base em metodologia específica para a determinação do número mínimo de indivíduos por espécie, para inclusão em análises multivariadas (GARCIA, 2009).

Os cálculos da ACP foram feitos usando o programa *R* versão 3.1.1 (R CORE TEAM, 2014) com o pacote *FactoMineR* (LÉ et al., 2008). Neste estudo, os componentes principais analisados foram aqueles que explicaram em conjunto uma proporção da variância total superior a 50%, conforme metodologia proposta por Pedhazur e Schmelkin (1991).

Cada componente analisado foi nomeado de acordo com: a) presença de espécies nativas indicadoras de estágio de sucessão (BRASIL, 2007); b) características do solo, permitindo a classificação em diferentes níveis de fertilidade (ALVAREZ V. et al., 1999) e, c) predominância de espécies de grupo ecológico específico.

Foram, ainda, estimadas as médias e desvios padrão das variáveis estudadas, para cada grupo de local gerado na ACP. As diferenças entre os grupos foram verificadas pela ANOVA, seguida do teste de Bonferroni, considerando o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Foram amostrados 5.601 indivíduos, em 51 famílias, 128 gêneros e 226 espécies. As famílias com maior riqueza florística foram Fabaceae (37 espécies), Rubiaceae (15 espécies), Lauraceae (15 espécies), Myrtaceae (14 espécies), Euphorbiaceae (11 espécies), Meliaceae (11 espécies), Annonaceae (10 espécies) e Salicaceae (9 espécies). Juntas, essas famílias contêm 54,0 % das espécies amostradas. Dezenove famílias apresentaram uma única espécie.

A altura máxima atingida pelos indivíduos com *dap* \geq 5,0 cm foi de 36,50 m. A partir dessa altura dominante, foram determinados três estratos (IV, V e VI) de acordo com o sistema IUFRO de classificação (LAMPRECTH, 1990). Nesses estratos os limites de altura total (*h*) foram: IV ($h < 12,17$ m); V ($12,17 \text{ m} \leq h < 24,33$ m) e VI ($h \geq 24,33$ m). Nos estratos I, II, III, IV, V e VI foram amostradas 151, 119, 87, 152, 142 e 34 espécies, respectivamente.

Para a análise dos estratos, utilizando o RNT, foram excluídas as espécies *Siparuna guianensis*, *Psychotria sessilis* var. *hancorniiifolia*, *Anadenanthera peregrina*, *Myrcia fallax*, *Prunus sellowii* e *Nectandra oppositifolia*. Para a análise da matriz de RNC do estrato I, foram excluídas as espécies *Psychotria sessilis* var. *hancorniiifolia*, *Myrcia fallax* e *Prunus sellowii*. Para a análise da matriz de RNC do estrato II, foram excluídas as espécies *Psychotria sessilis* var. *hancorniiifolia* e *Prunus sellowii*. Todas as espécies supracitadas foram excluídas da análise porque ocorreram em todos os locais. Nas

a 1 o e
matrizes de RNC dos estratos III, IV, V e VI não foram encontradas espécies que ocorreram em todos os locais.

Com base no procedimento de determinação do número mínimo de indivíduos amostrados para a inclusão das espécies na ACP, a matriz principal de RNT foi composta pelas espécies relacionadas na Tabela 3, que apresentaram, no mínimo, 37 indivíduos amostrados. Quanto à análise por estrato (RNC's), somente os estratos I, II, IV e V atenderam ao critério do número de indivíduos suficientes para a realização da ACP, sendo respectivamente, no mínimo, 6, 5, 10 e 8 indivíduos amostrados. Para os estratos III e VI, não foi realizado o estudo da ACP, pois o critério utilizado detectou número mínimo de indivíduos amostrados muito elevado, o que resultou em números de espécies remanescentes muito baixos, inviabilizando a ACP para estes dois estratos.

A ACP proporcionou autovalores (*eigenvalues*) elevados, tanto para RNT quanto para RNC. Considerando o RNT, os três primeiros componentes explicaram 64,77% da variância total das espécies encontradas (Tabela 4). Com relação à ACP para cada estrato de altura, a explicação da variância total pelos três primeiros eixos foi de 52,91%, 54,20%, 61,59% e 56,04% e o número de espécies retidas foi de 22, 14, 11 e 20 para os estratos I, II, IV e V, respectivamente.

Alto grau de associação entre as espécies e os locais foi observado com a ACP do fragmento como um todo e, a partir destes resultados, foram formados três grupos distintos de locais: (1) Locais 5 e 6 – Floresta em estágio mais avançado de sucessão, de alta fertilidade (FASaf); (2) Locais 1, 2, 8 e 9 – Floresta em estágio intermediário de sucessão, de média fertilidade (FISmf); e (3) Locais 3, 4, 7 e 10 – Floresta em estágio intermediário de sucessão, de baixa fertilidade (FISbf). Os grupos 1 e 2 foram identificados no componente 1, que explica a maior parte da variância total. O grupo 3 foi identificado no componente 2 (Tabela 4).

Quanto à análise por estrato (Tabela 4), ressalta-se que o grupo 1 (locais 5 e 6), também se sobressai no componente 1, nos estratos I, II e IV, enquanto o grupo 2 (locais 1, 2, 8 e 9) se destaca no componente 1, nos estratos IV e V. Considerando que o grupo 3 (locais 3, 4, 7 e 10) somente foi identificado a partir do componente 2 da análise do fragmento como um todo, todos os locais deste agrupamento não apareceram de forma coesa no resultado das análises por estrato, gerando, em algumas vezes, agrupamentos com número menor de locais. Apenas os locais 3, 4 e 7 deste grupo se destacam no componente 1, do estrato I.

Tabela 3

Índice de Regeneração Total (RNT) e por estrato de altura de planta (RNC) das espécies utilizadas na Análise de Componentes Principais, em ordem alfabética, por local, em fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica

Espécies	Locais									
	G.E.	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tabela 3, Cont.

l -
,

<i>Apuleia eiocarpa</i>	SI		0,77	0,83	-	-	1,20	-	3,11	1,28	2,15
<i>Bauhinia forficata</i>	-	4,87	0,77	0,83	1,12	-	-	1,64	0,67	1,01	-
<i>Brosimum guianense</i>	SI	-	1,55	0,83	2,25	-	-	1,40	-	-	9,11
<i>Casearia aculeata</i>	SI	1,02	1,55	-	2,65	-	1,61	-	-	-	2,75
<i>Casearia arborea</i>	SI	-	-	3,32	-	1,63	-	0,70	-	-	-

Tabela 3, Cont.

1 - - - -

<i>Trichilia epidota</i>	-			1,66	-	-		0,70		1,01	0,92
<i>Xylopia sericea</i>	P	5,67	0,77	-	-	-	-	0,70	2,00	2,56	0,92

RNC – Estrato 2

<i>Atadenanthera peregrina</i>	SI	-	13,45	1,47	2,83	1,26	-	-	1,49	-	4,16
--------------------------------	----	---	-------	------	------	------	---	---	------	---	------

Tabela 3, Cont.

<i>Citronella paniculata</i>	ST			-	1,08	18,47		1,52		-	-
<i>Coutarea hexandra</i>	SI	5,23	4,18	-	-	-	2,45	-	-	-	-
<i>Dalbergia nigra</i>	SI	-	-	2,72	1,08	-	-	1,52	9,27	6,92	-
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	SI	6,42	5,67	5,44	4,02	-	-	-	1,88	-	3,68
<i>Eugenia cf. cerasiflora</i>	SI	-	-	-	9,13	1,24	-	-	-	-	-
<i>Euterpe edulis</i>	ST	-	-	1,18	-	14,47	2,45	-	-	-	-
<i>Guapira opposita</i>	SI	-	-	8,31	11,72	8,96	20,08	-	-	-	1,89
<i>Guarea trichilioides</i>	-	-	-	-	-	2,03	8,83	-	-	-	-
<i>Jacaranda puberula</i>	-	1,40	2,16	3,54	6,53	-	-	2,09	6,56	-	-
<i>Ladenbergia hexandra</i>	-	-	-	7,14	1,08	-	-	14,92	-	-	5,28
<i>Luehea grandiflora</i>	SI	-	2,83	-	-	-	-	-	5,58	2,91	1,09
<i>Machaerium nyctitans</i>	SI	1,40	1,08	-	-	-	1,06	-	3,13	4,73	-
<i>Myrcia fallax</i>	ST	1,40	3,92	1,18	2,17	-	-	-	0,94	1,45	9,37
<i>Myrcia sp.1</i>	-	-	-	3,08	3,99	2,88	-	-	-	-	2,19
<i>Nectandra oppositifolia</i>	-	2,81	2,50	1,18	1,46	-	-	1,52	2,83	7,29	4,38
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	SI	13,26	17,90	-	-	-	-	-	3,43	5,10	-
<i>Prunus sellowii</i>	ST	-	1,08	-	-	5,75	-	-	-	6,94	-
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	SI	-	-	-	-	2,48	12,01	-	-	-	-
<i>Rollinia sylvatica</i>	SI	5,63	-	1,18	-	-	-	-	0,94	5,10	-
<i>Siparuna guianensis</i>	SI	25,76	11,86	22,54	6,59	-	4,90	17,01	21,01	34,46	12,17
<i>Sorocea bonplandii</i>	SI	-	-	6,26	1,08	3,66	-	-	-	-	1,49
<i>Sorocea guillemianiana</i>	-	-	-	-	-	-	4,15	4,17	-	-	1,49
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	SI	4,61	1,08	-	-	-	-	-	1,88	1,82	-
<i>Trichilia catigua</i>	-	-	-	3,08	1,08	-	-	3,05	1,24	-	1,09
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	ST	6,02	2,50	1,18	-	-	-	-	-	-	-
RNC – Estrato 5											
<i>Allophylus edulis</i>	ST	-	2,65	-	-	4,07	2,24	1,13	1,26	2,04	1,60
<i>Anadenanthera peregrina</i>	SI	-	9,09	-	-	1,00	1,12	-	-	2,04	-
<i>Apuleia leiocarpa</i>	SI	-	-	4,02	13,01	-	-	3,90	6,57	-	17,31
<i>Bauhinia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	1,12	-	5,56	2,04	-
<i>Brosimum guianense</i>	ST	-	-	5,01	11,73	-	-	3,40	-	-	7,57
<i>Casearia aculeata</i>	SI	-	-	4,52	-	-	2,91	5,53	1,77	2,84	3,20
<i>Casearia gossypiosperma</i>	SI	-	5,30	6,52	-	-	-	-	-	-	-
<i>Citronella paniculata</i>	ST	-	-	1,25	4,45	14,99	-	2,27	-	-	-
<i>Dalbergia nigra</i>	SI	-	-	2,50	-	-	-	-	9,60	-	-
<i>Eugenia cf. cerasiflora</i>	SI	-	-	1,25	10,45	-	1,12	-	-	-	-
<i>Euterpe edulis</i>	ST	-	-	-	-	9,63	2,24	-	-	-	-
<i>Guapira opposita</i>	SI	-	-	8,04	7,62	3,35	10,75	-	-	-	2,76
<i>Jacaranda puberula</i>	-	-	-	4,26	9,85	-	-	2,27	5,56	2,04	-
<i>Lacistema pubescens</i>	SI	2,08	-	1,25	-	-	-	2,27	-	-	3,20
<i>Ladenbergia hexandra</i>	-	-	-	3,01	-	-	-	5,53	-	-	-
<i>Luehea grandiflora</i>	SI	-	2,65	-	2,23	-	1,12	-	8,59	2,04	-
<i>Mabea fistulifera</i>	P	-	-	-	-	-	-	8,80	-	-	1,60
<i>Machaerium nyctitans</i>	SI	-	-	1,25	-	-	4,26	2,13	2,78	-	1,60
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	-	2,87	2,65	-	-	-	-	-	3,54	9,76	-
<i>Myrcia fallax</i>	SI	2,08	-	2,50	-	-	-	-	-	2,84	11,06

Tabela 3, Cont.

		-				-					
<i>Myrcia sp.1</i>	-	2,08		1,76	-	2,71		-		-	3,20
<i>Nectandra oppositifolia</i>	-	2,08	7,95	-	-	-	1,12	1,13	2,53	6,13	3,79
<i>Nectandra saligna</i>	ST	-	2,65	-	-	3,35	1,12	1,63	-	-	-
<i>Ocotea laxa</i>	SI	-	-	-	-	7,06	3,37	-	-	-	-
<i>Peschiera fuchsiaeifolia</i>	-	-	6,44	4,26	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	SI	17,22	22,35	3,01	-	-	3,14	1,13	7,32	14,98	1,60
<i>Piptocarpha macropoda</i>	-	7,02	7,95	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus sellowii</i>	ST	-	-	-	-	2,00	1,12	1,13	1,26	4,42	-
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	SI	-	-	-	-	-	8,29	-	-	-	-
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	SI	-	5,30	1,25	5,39	-	-	5,03	-	-	-
<i>Rollinia sylvatica</i>	SI	7,02	-	1,25	-	3,35	-	-	5,56	4,09	-
<i>Senna multijuga</i>	P	2,08	2,65	-	-	-	-	-	6,82	2,04	1,60
<i>Siparuna guianensis</i>	SI	-	-	1,25	3,17	1,00	1,12	2,27	5,05	2,04	-
<i>Sorocea bonplandii</i>	SI	-	-	1,25	4,45	2,35	-	-	-	-	-
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	SI	4,95	2,65	-	-	-	-	-	3,54	4,88	1,60
<i>Vernonia diffusa</i>	P	9,10	6,44	-	-	-	-	-	-	14,52	-
<i>Virola oleifera</i>	SI	-	-	1,25	-	5,35	3,37	2,77	-	-	-
<i>Vitex sellowiana</i>	SI	2,08	-	-	2,23	-	-	-	1,26	-	4,95
<i>Xylopia sericea</i>	P	9,40	-	-	4,45	-	-	-	1,26	2,04	1,60
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	ST	4,46	7,95	-	-	-	-	1,13	-	2,04	-

Números em negrito indicam valor de RNT ou RNC maior do que 15,00. P = Pioneira; SI = Secundária Inicial; ST = Secundária Tardia; G.E. = Grupo Ecológico.

O grupo 1 (FASaf), que se caracteriza por estar em estágio mais avançado de sucessão, foi representado por *Euterpe edulis* (ST), *Sorocea bonplandii* (SI), *Nectandra saligna* (ST), *Citronella paniculata* (ST), *Guarea trichilioides* (ST) e *Guapira opposita* (SI), ou seja, com a predominância de espécies secundárias tardias, o grupo 2 (FISmf), pela presença de *Zanthoxylum rhoifolium* (ST), *Miconia cinnamomifolia* (SI), *Vernonia diffusa* (P), *Sparattosperma leucanthum* (SI) e *Machaerium nyctitans* (SI) e, o grupo 3 (FISbD), pelas espécies *Brosimum guianense* (ST), *Casearia aculeata* (SI) e *Psychotria sp.2* (Tabela 4).

A Tabela 5 exhibe as características que diferiram ($p < 0,05$) entre os locais que formaram grupos de ambientes distintos. Pode-se observar que o grupo FASaf se diferencia dos demais e se destaca por ter características que indicam maior fertilidade (Tabela 5). Valores mais elevados foram observados para pH, saturação por bases (V), teores de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica efetiva (CTC(t)). Por outro lado, apresenta saturação por alumínio, teor de alumínio e acidez potencial muito baixos. Quanto ao teor de potássio, FASaf apresentou maior valor, apenas em relação à FISbf.

Tabela Co

4. relação (r) entre as espécies e os eixos de ordenação da Análise de Componentes Principais para o índice de regeneração total (RNT) e por estrato de altura de planta (RNC) das espécies utilizadas na ACP, em fragmento florestal de domínio da Mata Atlântica

Componente 1		Componente 2		Componente 3	
Espécies	r	Espécies	r	Espécies	r
RNT					
<i>E. edulis</i>	0,79**	<i>R. sylvatica</i>	0,81**	<i>S. multijuga</i>	0,67*
<i>S. bonplandii</i>	0,77**	<i>H. alchorneiodes</i>	0,69*	<i>L. grandiflora</i>	0,67*
<i>N. saligna</i>	0,76*	<i>B. guianense</i>	-0,65*	<i>D. nigra</i>	0,65*
<i>C. paniculata</i>	0,75*	<i>C. aculeata</i>	-0,69*		
<i>G. trichilioides</i>	0,73*	<i>Psychotria</i> sp.2	-0,74*		
<i>G. opposita</i>	0,70*				
<i>Z. rhoifolium</i>	-0,66*				
<i>M. cinnamomifolia</i>	-0,68*				
<i>V. diffusa</i>	-0,69*				
<i>S. leucanthum</i>	-0,75*				
<i>M. nyctitans</i>	-0,85**				
Variância (%)	31,64		21,54		11,59
Locais (+): 5 e 6		Locais (+): 1 e 5		Locais (+): 8 e 9	
Locais (-): 1, 2, 8 e 9		Locais (-): 3, 4, 7 e 10		Locais (-): 1	
RNC – Estrato 1					
<i>C. langsdorffii</i>	0,88***	<i>S. bonplandii</i>	0,78**	<i>B. guianense</i>	0,74*
<i>Casearia</i> sp.	0,87**	<i>C. arabica</i>	0,65*	<i>C. aculeata</i>	0,72*
<i>Psychotria</i> sp.2	0,87**	<i>C. floribundus</i>	-0,67*	<i>L. hexandra</i>	0,67*
<i>G. opposita</i>	0,74*	<i>X. sericea</i>	-0,84**	<i>C. arborea</i>	-0,64*
<i>P. contorta</i>	0,73*	<i>S. guianensis</i>	-0,87***	<i>G. gardneriana</i>	-0,66*
<i>M. elaeagnoides</i>	0,70*	<i>M. nyctitans</i>	-0,94***		
<i>T. catigua</i>	0,69*				
<i>E. Edulis</i>	-0,64*				
<i>G. trichilioides</i>	-0,64*				
<i>Myrcia</i> sp.	-0,77**				
<i>P. gonoacantha</i>	-0,83**				
Variância (%)	22,88		17,27		12,84
Locais (+): 3, 4 e 7		Locais (+): 3, 5 e 6		Locais (+): 10	
Locais (-): 5 e 6		Locais (-): 1, 8 e 9		Locais (-): 3	
RNC – Estrato 2					
<i>C. aculeata</i>	0,65*	<i>C. langsdorffii</i>	0,66*	<i>B. guianense</i>	0,80**
<i>A. leiocarpa</i>	0,63*	<i>A. cordatum</i>	0,65*	<i>G. Opposita</i>	0,76*
<i>M. guianensis</i>	-0,65*	<i>G. gardneriana</i>	0,64*	<i>J. macrantha</i>	0,72*
<i>E. edulis</i>	-0,70*	<i>P. gonoacantha</i>	-0,717*	<i>T. pallida</i>	0,71*
<i>S. bonplandii</i>	-0,83**				
<i>C. arabica</i>	-0,84**				
Variância (%)	22,08		17,12		15,00
Locais (+): 2 e 8		Locais (+): 4 e 7		Locais (+): 10	
Locais (-): 5, 6 e 7		Locais (-): 2, 5, 6 e 7		Locais (-): 8 e 9	
RNC – Estrato 4					
<i>S. leucacanthum</i>	0,85**	<i>T. catigua</i>	0,71*	<i>E. pelleterianum</i>	0,84**
<i>M. nyctitans</i>	0,77**	<i>B. guianense</i>	0,67*	<i>C. aculeata</i>	-0,68*
<i>P. gonoacantha</i>	0,77**			<i>D. nigra</i>	-0,73*
<i>R. sylvatica</i>	0,76*				
<i>S. guianensis</i>	0,75*				
<i>N. oppositifolia</i>	0,67*				
Variância (%)	27,16		18,42		15,57
Locais (+): 1, 2, 8 e 9		Locais (+): 3, 8 e 10		Locais (+): 1 e 2	
Locais (-): 4, 5 e 6		Locais (-): 5 e 6		Locais (-): 8 e 9	

Tabela Co
4, nt.

RNC – Estrato 5					
<i>P. gonoacantha</i>	0,95***	<i>A. leiocarpa</i>	0,70*	<i>Bauhinia</i> sp.	0,82**
<i>S. leucanthum</i>	0,91***	<i>J. puberula</i>	0,65*	<i>S. guianensis</i>	0,72*
<i>N. oppositifolia</i>	0,82**	<i>V. oleifera</i>	-0,73*	<i>D. nigra</i>	0,64*
<i>V. diffusa</i>	0,80**	<i>E. edulis</i>	-0,74*	<i>L. grandiflora</i>	0,64*
<i>M. cinnamomifolia</i>	0,78**	<i>O. laxa</i>	-0,76*		
<i>Z. rhoifolium</i>	0,76*	<i>A. edulis</i>	-0,80**		
<i>P. macropoda</i>	0,67*	<i>N. Saligna</i>	-0,88***		
<i>S. multijuga</i>	0,66*				
<i>G. opposita</i>	-0,68*				
Variância (%)	23,28		17,86		14,90
	Locais (+): 1, 2, 8 e 9		Locais (+): 4, 8 e 10		Locais (+): 8
	Locais (-): 4 e 5		Locais (-): 2 e 5		Locais (-): 2 e 10

*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001; Sinais (+) ou (-) significam correlação positiva ou negativa, respectivamente, entre locais e espécies.

A diferença básica entre os ambientes de FISmf e FISbf é a saturação por alumínio e o teor de magnésio do solo. O ambiente de FISmf é caracterizado por alta saturação por alumínio (56,9 %) e baixo teor de magnésio (0,40 cmol_e/dm³), porém, o ambiente de FISbf apresenta valores bem mais elevados de saturação por alumínio (89,9 %) e muito baixos para o teor de magnésio (0,08 cmol_e/dm³).

Tabela 5. Características do solo que diferiram entre os grupos FASaf (Floresta em estágio mais avançado de sucessão, de alta fertilidade), FISmf (Floresta em estágio intermediário de sucessão, de média fertilidade) e FISbf (Floresta em estágio intermediário de sucessão, de baixa fertilidade (FISbf), em fragmento florestal na área de domínio da Mata Atlântica

Variáveis ambientais	FASaf	FISmf	FISbf
Declividade (%)	27,00 (33,94) ^a	23,75 (11,26) ^a	53,25 (17,85) ^a
IAF	3,90 (0,28) ^a	3,86 (0,36) ^a	3,92 (0,24) ^a
t (%)	2,32 (0,34) ^a	6,64 (0,93) ^a	6,72 (5,25) ^a
pH	5,75 (0,35) ^a	4,38 (0,21) ^b	4,03 (0,96) ^b
V (%)	61,17(18,15) ^a	9,75 (4,74) ^b	1,84 (0,69) ^b
Umidade do solo (%)	11,05 (5,13) ^a	6,94 (4,93) ^a	11,40 (4,74) ^a
m (%)	1,34 (1,89) ^a	56,92(19,68) ^b	89,92 (4,94) ^c
P (mg/dm ³)	0,58 (0,07) ^a	0,48 (0,33) ^a	0,75 (0,51) ^a
K (mg/dm ³)	66,83(16,74) ^a	40,84(16,34) ^{a,b}	33,25 (3,62) ^b
SB (cmol _e /dm ³)	6,12 (1,91) ^a	1,10 (0,52) ^b	0,19 (0,98) ^b
Ca ²⁺ (cmol _e /dm ³)	4,80 (1,80) ^a	0,60 (0,36) ^b	0,33 (0,03) ^b
Mg ²⁺ (cmol _e /dm ³)	1,15 (0,07) ^a	0,40 (0,75) ^b	0,08 (0,76) ^c
Al ³⁺ (cmol _e /dm ³)	0,05 (0,71) ^a	1,34 (0,49) ^b	1,72 (0,35) ^b
Al+H(cmol _e /dm ³)	3,96 (1,87) ^a	10,05 (0,82) ^b	10,41 (1,08) ^b
CTC(t)(cmol _e /dm ³)	6,17 (1,84) ^a	2,44 (0,11) ^b	1,91 (0,35) ^b
CTC(T) (cmol _e /dm ³)	10,09 (0,03) ^a	11,16 (0,53) ^a	10,60 (1,12) ^a

Média e desvio padrão (entre parênteses) para cada grupo. Considerou-se p < 0,05 (ANOVA – teste de Bonferroni). IAF = Índice de Área Foliar; t = transmitância da radiação fotossinteticamente ativa; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; P = teor de fósforo; K = teor de potássio; SB = soma de bases; Ca²⁺ = teor de cálcio; Mg²⁺ = teor de magnésio; Al³⁺ = teor de alumínio; Al+H = acidez potencial; CTC(t) = capacidade de troca catiônica efetiva; CTC(T) = capacidade de troca catiônica para pH=7.

DISCUSSÃO

Em geral, as espécies, vegetais e animais, têm sido favorecidas por características específicas de seus habitats. Estudos envolvendo análises de distribuição de frequência e densidade de comunidades florestais (PHILLIPS et al., 2003; VALENCIA et al., 2004; JOHN et al., 2007; SÜHS; BUDKE, 2011; HANBERRY, 2014) atestam este fato. A importância da espécie em ambientes específicos não é determinada apenas pelos valores individuais de RNT ou RNC, mas pela contribuição conjunta das espécies e suas intercorrelações na comunidade florestal, principalmente, no que se refere à vegetação arbórea.

O padrão de distribuição das espécies numa comunidade florestal é influenciado pelos ambientes criados na floresta. Pitman et al. (1999, 2001) mostraram que, das diversas espécies que dominam as florestas em algumas regiões no oeste da Amazônia, grande parte é influenciada por características específicas do local, havendo, no entanto, uma minoria que é relativamente indiferente à heterogeneidade ambiental. Phillips et al. (2003) relataram várias espécies que se associam com determinados habitats, específicos na Amazônia, no sudeste do Peru. Em estudo realizado no município de Viçosa, Minas Gerais, foi verificado que a pedofórmula é um fator determinante para as diferentes associações formadas por essas espécies nos fragmentos florestais, pois influencia a composição florística ao longo da encosta e proporciona habitats específicos e favoráveis a determinadas espécies (MARANGON et al., 2013).

Os resultados do presente estudo indicam, também, que a distribuição das espécies nesse fragmento segue determinados padrões. Grupos de espécies se associaram de forma positiva ou negativa com os diferentes habitats, havendo estrita dependência das variáveis edáficas. Espécies altamente intercorrelacionadas ocorrem em habitats semelhantes, como por exemplo, *Euterpe edulis* e *Sorocea bonplandii* presentes na FASaf; *Zanthoxylum rhoifolium* e *Miconia cinnamomifolia* presentes na FISmf; e *Brosimum guianense* e *Casearia aculeata* presentes na FISbf. Estes resultados indicam que habitats específicos possibilitam a coexistência das espécies em fragmentos de florestas de Mata Atlântica e, que a heterogeneidade das características edáficas ajuda na manutenção e no aumento da diversidade de espécies nestas comunidades florestais.

A presença de determinadas espécies associadas a características de solo, também, foram observadas por John et al. (2007) em mais de um terço das espécies de árvores em florestas neotropicais na Colômbia, Equador e Panamá. PUNCHI-MANAGE et al. (2013), ao estudarem uma floresta tropical em Sri Lanka, afirmam que grande parte da variação na

composição de espécies é inexplicável devido a processos espacialmente estruturados, tais como limitação de dispersão, variáveis ambientais bióticas e abióticas, e os efeitos estocásticos, mas apenas 25% das espécies se associam com a topografia do terreno. Abreu et al. (2012) encontraram espécies exclusivas de cada comunidade estudada em

locais específicos, Garcia (2009) registrou, para os locais 5 e 6, que formam o grupo aqui denominado FASaf, uma média de 1,07% de espécies pioneiras, 60,25% de espécies secundárias iniciais e 38,69% de espécies secundárias tardias.

O maior número de indivíduos com *dap* \leq 5.0 cm observada na FASaf decorreu

de uma floresta ombrófila mista no estado do Paraná: no estrato superior, a distribuição das espécies se correlacionou com a profundidade do lençol freático e o teor de matéria orgânica, no intermediário, com a profundidade do lençol freático e o teor de alumínio e, no estrato inferior, nenhum dos fatores ambientais analisados explicou adequadamente, a distribuição das espécies.

O limitado conhecimento de como as espécies participam na formação do banco de sementes do solo e do banco de plântulas, ou ainda, a permanência dos indivíduos de espécies oportunistas nos estratos mais baixos, até que as condições ambientais propiciem seu desenvolvimento e posterior recrutamento para a fase adulta podem conduzir a interpretações pouco apropriadas dos resultados (CALDATO et al., 1996; ARAUJO et al., 2004; BATISTA NETO, 2005). Muitos fatores podem influenciar nas associações encontradas, como, por exemplo, formas de dispersão de propágulos, participação das diferentes espécies em grupos ecológicos, condições microclimáticas não determinadas, intensidade da ação antrópica, tipo e tamanho de fruto e semente, dentre outras (GARCIA, 2009; MAGNAGO et al., 2014).

A partir do conhecimento do estrato ocupado por cada espécie ou por um grupo de espécies, é possível favorecer o seu desenvolvimento como, por exemplo, pela aplicação de corte de cipós, eliminação de herbáceas ou até mesmo de outras espécies. Além disso, pode auxiliar na tomada de decisões em planos de manejo de unidades de conservação. No fragmento estudado, por exemplo, a presença da espécie exótica *Coffea arabica* pode influenciar no desenvolvimento de outras espécies as quais ela está associada, uma vez que, por ser frutífera, pode atrair dispersores de propágulos da fauna local. Somado a estas contribuições, o presente estudo, também, gera informações importantes para a restauração de ecossistemas degradados. Análises de associação entre grupos de espécies e características específicas do ambiente direcionam estratégias de plantio de enriquecimento, a partir da predominância de espécies em determinados locais, que diz respeito às suas preferências de ocorrência, crescimento e desenvolvimento.

CONCLUSÕES

Verificou-se a ocorrência de associações entre as espécies, a partir das quais foram formados grupos, com requerimentos ambientais semelhantes. Algumas espécies, porém, foram consideradas inespecíficas para os ambientes, outras se repetiram em todos os

estratos, o que é considerado positivo para o processo de sucessão secundária e para a diversidade biológica no fragmento florestal.

Altos teores de magnésio e baixa saturação por alumínio foram determinantes na distinção entre os ambientes e influenciaram o estabelecimento de determinadas espécies ou grupos de espécies.

A partir desses resultados, orientações sobre práticas de manejo florestal podem ser elaboradas de modo a atender aos requerimentos observados por cada grupo de espécies. Correção da acidez e a adubação do solo com magnésio são exemplos de orientações que podem favorecer a ocorrência, crescimento e desenvolvimento de diversas espécies na comunidade florestal. Este trabalho, também, pode auxiliar na tomada de decisões em planos de manejo de unidades de conservação, de modo a favorecer a regeneração e o estabelecimento de algumas espécies pela retirada e/ou pela inclusão de outras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.F.; PINTO, J.R.R.; MARACAHIPES, L.; GOMES, L.; OLIVEIRA, E.A.; MARIMON, B.S.; MARIMON JUNIOR, B.H.; FARIAS, J.; LENZA, E. Influence of edaphic variables on the floristic composition and structure of the tree-shrub vegetation in typical and rocky outcrop *cerrado* areas in Serra Negra, Goiás State, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v.35, n.3, p.259-272, 2012.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUTMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v.161, n.2, p.105-121, 2009.

ARAÚJO, M.M.; LONGHI, S.J.; BARROS, P.L.C.; BRENA, D.A. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, n.66, p.128-141, 2004.

BATISTA NETO, J.P. **Banco de sementes do solo de uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 2005, 91p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.

- BELL, G. The co-distribution of species in relation to the neutral theory of community ecology. **Ecology**, v.86, n.7, p.1757-1770, 2005.
- BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R, Use R**. New York: Springer, 2011.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução Conama nº 392, de 26 de junho de 2007. Biomas – Estágios sucessionais da vegetação da Mata Atlântica. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, n.121, 26 jun. 2007. Seção 1, p.41-42.
- CALDATO S.L.; FLOSS, P.A.; CROCE, D.M.; LONGHI, S.J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, v.6, n.1, p.27-38, 1996.
- CAMARGOS, V.L.; SILVA, A.F.; MEIRA NETO, J.A.A.; MARTINS, S.V. Influência de fatores edáficos sobre variações florísticas na Floresta Estacional Semidecídua no entorno da Lagoa Carioca, Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.22, n.1, p. 75-84, 2008.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo – PR: Embrapa Florestas, 2003, v. 2, 1036 p.
- CARVALHO, P.E.R. **Jacatirão-Açu – *Miconia cinnamomifolia***. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 12p. (Circular Técnica, 119).
- CLARK, D.B.; CLARK, D.A.; READ, J.M. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. **Journal of Ecology**, v.86, n.1, p.101-112, 1998.
- CLARK, D.B.; PALMER, M.W.; CLARK, D.A. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. **Ecology**, v.80, n.8, p.2662-2675, 1999.
- CONTO, T. **Efeito da pedoforma na regeneração florestal em fragmento de Mata Atlântica**. Seropédica, RJ: UFRRJ, 2013. 31f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2013.
- CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa**. Viçosa, MG: UFV, 1984. 187p. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- CURTO, R.A.; SILVA, G.F.; PEZZOPANE, J.E.M.; CHICHORRO, J.F.; MÔRA, R. Métodos de estratificação vertical em floresta estacional semidecidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.643-654, 2013.
- DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; SAITO, M.; BAITELLO, J.B. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.4, p.371-383, 2000.

DURIGAN, G. Estrutura e Diversidade de Comunidades Florestais; Capítulo 6. In: MARTINS, S.V. **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. Viçosa: Ed. UFV, 2009. p. 261.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14p. (IF. Série Registros, 4).

ESPÍRITO-SANTO, M.M.; FERNANDES, G.W. How Many Species of Gall-Inducing Insects Are There on Earth, and Where Are They? **Entomological Society of America**, v.100, n.2, p.95-99, 2007.

FERNANDES, H.A.C. **Dinâmica e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica**. Viçosa: UFV, 1998. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FERREIRA JÚNIOR, W.G. **Composição, Estrutura e Análise de gradientes em Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, MG**. Viçosa, MG: UFV, 2005. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal de Viçosa, 2005.

FINOL, H. La silvicultura en la Orinoquia Venezolana. **Revista Forestal Venezolana**. v.14, n.25, p.37-114, 1975.

GAME, E.T.; KAREIVA, P.; POSSINGHAM, H.P. Six common mistakes in conservation priority setting. **Conservation Biology**, v.27, n.3, p.480-485, 2013.

GARCIA, C.C.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; PEZZOPANE, J.E.M.; LOPES, H.N.S.; RAMOS, D.C. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta estacional semidecidual montana, no domínio da Mata Atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, v.21, n.4, p.677-688, 2011.

GASPAR, R.O.; CASTRO, R.V.O.; DEL PELOSO, R.V.; SOUZA, F.C.; MARTINS, S.V. Análise fitossociológica e do estoque de carbono no estrato arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual. **Ciência Florestal**, v.24, n.2, p.313-324, 2014.

GLEASON, H.A. (1926). The individualistic concept of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**. v.53, p.7-26. - doi: 10.2307/2479933.

GRELLE, C.E.V. Forest structure and vertical stratification of small mammals in secondary Atlantic Forest, Southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v.38, n.2, p.81-85, 2003.

HANBERRY, B.B. Disassociating tree species associations in the eastern United States. **iForest**, v.7, p.248-254. Disponível em: <<http://www.sisef.it/forest/contents/?id=ifor1159-007>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

HARMS, K.E.; CONDIT, R.; HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot. **Journal of Ecology**, v.89, n.6, p.947-959, 2001.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; PINTO, A.C.M.; SILVA, R.P.; ROCHA, R.M.; TRIBUZY, E.S. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. **Floresta**, v.34, n.3, p.295-304, 2004.

HUBBELL, S.P. A unified theory of biogeography and relative species abundance and its application to tropical rain forests and coral reefs. **Coral Reefs**, v.16, n.1, p.S9-S21, 1997.

HUBBELL, S.P. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence, **Functional Ecology**, v.19, n.1, p.166-172, 2005.

JANŽEKOVIČ, F; NOVAK, T. (2012). **PCA – A Powerful Method for Analyze Ecological Niches**, Principal Component Analysis - Multidisciplinary Applications, Dr. Parinya Sanguansat (Ed.), ISBN: 978-953-51-0129-1, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/principal-component-analysis-multidisciplinary-applications/pca-a-powerful-method-to-analyze-the-ecological-niche>

JOHN, R.; DALLING, J.W.; HARMS, K.E.; YAVITT, J.B.; STALLARD, R.F.; MIRABELLO, M.; HUBBELL, S.P.; VALENCIA, R.; NAVARRETE, H.; VALLEJO, M.; FOSTER, R.B. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.104, n.3, p.864-869, 2007.

LAMPRECHT, C.T. **Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gessells Chaft für Technisch Zusammenarbeti (GTZ) GmbH, 1990, 343p.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. **Journal of Statistical Software**, v.25, n.1, p.1-18, 2008.

LEITE, I.T. A.; TAKAKI, M. Aspectos fisioccológicos da germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., 1999, Blumenau. **Programa e resumos**. Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil: Universidade Regional de Blumenau, 1999. p.132.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odesa: Instituto Plantarum, 2002a, v.1.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odesa: Instituto Plantarum, 2002b, v.2.

LOUZADA, C. **Composição florística e estrutura de vegetação arbórea em diferentes condições fisiográficas de um fragmento de floresta estacional semidecidual secundária, na Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 149p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

MACHADO, E.L.M.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest. **Acta Botanica Brasilica**, v.24, n.1, p.250-261, 2010.

MAGNAGO, L.F.S.; EDWARDS, D.P.; EDWARDS, F.A.; MAGRACH, A.; MARTINS, S.V.; LAURANCE, W.F. Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. **Journal of Ecology**, v.102, n.2, p.475-485, 2014.

MALDONADO-COELHO, M.; MARINI, M.A. Composição de bandos mistos de aves em fragmentos de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.43, n.3, p.31-54, 2003.

MANEL, S.; BUCKTON, S.T.; ORMEROD, S.J. Testing largescale hypotheses using surveys: the effects of land use on the habitats, invertebrates and birds of Himalayan rivers. **Journal of Applied Ecology**, v.37, p.756-770, 2000.

MANTOVANI, W. **Estrutura e dinâmica da Floresta Atlântica na Juréia, Iguape, SP**. Tese de Livre-Docência. Instituto de Biociência da USP, São Paulo. 1993.

MARTINS, C.R.; HAY, J.D.V.; WALTER, B.M.T.; PROENÇA, C.E.B.; VIVALD, L.J. Impacto da invasão e do manejo do capim-gordura (*Melinis minutiflora*) sobre a riqueza e biomassa da flora nativa do Cerrado sentido restrito. **Revista Brasileira de Botânica**, v.34, n.1, p.73-90, 2011.

MEDEIROS, M; PEREIRA, G.S. Evolução e implementação dos planos de manejo em parques nacionais no estado do Rio de Janeiro. **Revista Arvore**, v.35, n.2, p.279-288, 2011.

PEDHAZUR, E.J.; SCHMELKIN, L.P. Measurement, design and analysis: An integrated Approach, Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc., 1991.

PEREIRA, R.A. **Mapeamento e caracterização de fragmentos de vegetação arbórea e alocação de áreas preferenciais para sua interligação no Município de Viçosa, MG**. Viçosa, MG: 1999. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional semidecidual secundária, em Viçosa, MG**. Viçosa, MG: UFV. 2001. 255p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

PHILLIPS, O.L.; VARGAS, P.N.; MONTEAGUDO, A.L.; CRUZ, A.P.; ZANS, M.E.C.; SÁNCHEZ, W.G.; YLI-HALLA, M.; ROSE, S. Habitat association among Amazonian tree species: a landscape-scale approach. **Journal of Ecology**, v.91, p.757-775, 2003.

PITMAN, N.C.A.; TERBORGH, J.; SILMAN, M.R.; PERCY NUÑEZ, V. Tree species distributions in an upper Amazonian forest. **Ecology**, v.80, n.8, p.2651-2661, 1999.

PITMAN, N.C.A.; TERBORGH, J.; SILMAN, M.R.; PERCY NUÑEZ, V.; NEILL, D.A.; CERÓN, C.E.; PALACIOS, W.A.; AULESTIA, M. Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. **Ecology**, v.82, n.8, p.2101-2117, 2001.

PLOTKIN, J.B.; POTTS, M.D.; LESLIEA, N.; MANOKARANE, N.; LAFRANKIEB, J.; ASHTON, P.S. Species-area Curves, Spatial Aggregation, and Habitat Specialization in Tropical Forests. **Journal of Theoretical Biology**, v.207, n.1, p.81-99, 2000.

POORTER, L.; ARETS, E.J.M.M. Light environment and tree strategies in a Bolivian tropical moist forest: an evaluation of the light partitioning hypothesis, **Plant Ecology**, v.166, n.2, p.295-306, 2003.

PORTILLO-QUINTERO, C.A.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G.A. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. **Biological Conservation**, v.143, p.144-155, 2010.

PUNCHI-MANAGE, R.; GETZIN, S.; WIEGAND, T.; KANAGARAJ, R.; GUNATILLEKE, C.V.S.; GUNATILLEKE, I.A.U.N.; WIEGAND, K.; HUTH, A. Effects of topography on structuring local species assemblages in a Sri Lankan mixed dipterocarp forest. **Journal of Ecology**, v.101, n.1, p.149–160, 2013.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <<http://www.R-project.org/>>. 2014.

RAVEN, P.J., FOX, P., EVERARD, M., HOLMES, N.T.II.; DAWSON, F.II. (1997) River habitat survey: a new system for classifying rivers according to their habitat quality. **Freshwater Quality: Defining the Indefinable?** (eds P.J. Boon & D.L. Howell), pp. 215–234. The Stationery Office, Edinburgh, UK.

REZENDE, S.B. **Estudo de crono-sequência em Viçosa – Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1971. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1971.

REZENDE, A.V.; VALE, A.T.; SANQUETTA, C.R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; FELFILI, J.M. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília, DF. **Scientia Forestalis**, n.71, p.65-76, 2006.

RIBON, R. Demarcação de uma grade de trilhas no Centro de Pesquisas da Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.29, n.1, p.151-158, 2005.

RICHARDS, P.W. **The tropical rain forest: an ecological study**. Cambridge University Press, Cambridge. 1996. 600p.

ROSINDELL, J.; HUBBEL, S.P.; ETIENNE, R.S. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography at Age Ten. **Trends in Ecology and Evolution**, v.26, n.7, 2011.

SANQUETTA, C.R. Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama h-M. **Ciência Florestal**, v.5, n.1, p.55-68, 1995.

SANTOS, A.A. Parques Nacionais Brasileiros: relação entre Planos de Manejo e a atividade ecoturística. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v.4, n.1, p.141-162, 2011.

SILVA, C.T. **Dinâmica da vegetação arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 2003. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

SILVA, C.T.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; SILVA, E.; CHAVES, R.A. Avaliação temporal da florística arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p.429-441, 2004.

SILVA, N.R.S.; MARTINS, S.V.; MEIRA NETO, J.A.A.; SOUZA, A.L. Composição florística e estrutura de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.3, p.397-405, 2004.

SOUZA, A.L.; BOINA, A.; SOARES, C.P.B.; VITAL, B.R.; GASPAR, R.O.; LANA, J.M. Estrutura fitossociológica, estoques de volume, biomassa, carbono em floresta estacional semidecidual. **Revista Árvore**, v.36, n.1, p.169-179, 2012.

STONER, K.E.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G.A. Ecology and regeneration of tropical dry forests in the Americas: Implications for management. **Forest Ecology and Management**, v.258, p.903-906, 2009.

SÜHS, R.B.; BUDKE, J.C. Spatial distribution, association patterns and richness of tree species in a seasonal forest from the Serra Geral formation, southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.3, p.605-617, 2011.

SWAINE, M.D. Rainfall and soil fertility as factors limiting forest species distributions in Ghana. **Journal of Ecology**, v.84, n.3, p.419-428, 1996.

TER BRAAK, C.J.F. Ordination. In: JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F.; VAN TONGEREN, O.F.R. (Eds.). **Data analysis in community and landscape ecology.** Cambridge: University Press, 1995. p.91-173.

TER STEEGE, H.; JETTEN, V.G.; POLAK, A.M.; WERGER, M.J.A. Tropical rain forest types and soil factors in a watershed area in Guyana. **Journal of Vegetation Science**, v.4, n.5, p.705-716, 1993.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; KALLIOLA, R.; LINNA, A.; DANJOY, W.; RODRIGUEZ, Z. Dissecting Amazonian Biodiversity. **Science**, v.269, p.63-66, 1995.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; POULSEN, A.D.; MORAN, R.C.; QUINTANA, C.; CAÑAS, G.; CELI, J. Distribution and diversity of Pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuní National Park, Ecuadorian Amazonia. **Biotropica**, v.34, n.4, p.516-533, 2002.

TUOMISTO, H.; POULSEN, A.D.; RUOKOLAINEN, K.; MORAN, R.C.; QUINTANA, C.; CELI, J.; CAÑAS, G. Linking floristic patterns with soil heterogeneity and satellite imagery in ecuadorian amazonia. **Ecological Applications**, v.13, n.2, p.352-371, 2003.

VALENCIA, R.; BALSLEV, H.; MINO, G.P.Y. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. **Biodiversity and Conservation**, v.3, n.1, p.21-28, 1994.

VALENCIA, R.; FOSTER, R.B.; VILLA, G.; CONDIT, R. SVENNING, J.-C.; HERNÁNDEZ, C.; ROMOLEROUX, K.; LOSOS, E.; MAGÅRD, E. BALSLEV, H. Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. **Journal of Ecology**, v.92, n.2, p.214-229, 2004.

VAUGHAN, N., LUCAS, E.-A., HARRIS, S.; WHITE, P.C.L. Habitat associations of European hares *Lepus europaeus* in England and Wales: implications for farmland management. **Journal of Applied Ecology**, v.40, p.163 –175, 2003.

VOLPATO, M.M.L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

WRIGHT, S.J.; MULLER-LANDAU, H.C.; CONDIT, R.; HUBBELL, S.P. Gap-dependent recruitment, realized vital rates, and size distributions of tropical trees. **Ecology**, v.84, n.12, p.3174-3185, 2003.

CONCLUSÕES GERAIS E SUGESTÕES DE ESTUDOS

A riqueza florística foi elevada no fragmento florestal e variou segundo os locais estudados. Formaram-se grupos de locais, habitados por espécies associadas, que compartilham das mesmas necessidades ambientais. A análise da florística da vegetação permitiu identificar, nos diferentes locais estudados, que existem espécies endêmicas, raras e em risco de extinção no fragmento florestal, e a utilização da Análise de Correspondência Destendenciada foi eficaz para identificação de áreas prioritárias para a conservação e preservação dessas espécies.

O fragmento florestal estudado apresentou dinâmica de sucessão com aumento da diversidade de espécies arbóreas entre os anos de 1992 e 2012. Este aumento pode ter sido ocasionado pela proteção e preservação do ambiente florestal, e por uma maior uniformidade na distribuição das densidades dos indivíduos entre as espécies e entre os estratos de altura. A análise da estrutura vertical permite a identificação de técnicas de manejo para aumento da diversidade desses fragmentos florestais e favorecem a seleção de espécies para serem utilizadas em plantios mistos em projetos de recuperação de áreas de reserva legal ou de áreas de proteção permanente.

Neste estudo foi possível verificar a ocorrência de associações entre as espécies, a partir das quais foram formados subgrupos, que compartilham as mesmas necessidades ambientais. Observou-se que muitas espécies formam grupos específicos no fragmento florestal e que algumas se estabelecem em mais de um tipo de ambiente e ocupam diferentes estratos de altura, facilitando o processo de regeneração e, certamente, a diversidade biológica no fragmento florestal. A saturação por alumínio e o teor de magnésio foram considerados fatores chave para a formação das diferentes associações de espécies arbóreas e para o estabelecimento de algumas espécies na comunidade florestal.

A elevada importância ecológica dos fragmentos florestais da Mata Atlântica e o alto grau de ameaça sofrido por este bioma tornam importante ainda a realização de pesquisas com o objetivo de entender as interações de fluxo gênico entre populações onde as espécies ocorrem, avaliar a pressão que as distâncias entre os povoamentos exercem sob a estruturação das populações e analisar as variações entre e dentro das populações de árvores, uma vez que estes são parâmetros de extrema relevância para a efetiva proteção e conservação da diversidade.